



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

SKRIPSI - ME 141501

ANALISA KELAYAKAN TEKNIS DAN EKONOMIS PENGGUNAAN CAMPURAN ICE SLURRY PADA KAPAL IKAN PURSE SEINE DENGAN SENYAWA MAGNESIUM KLORIDA, METHANOL, DAN NATRIUM KLORIDA

Trisatya Wira Pradhaksa
NRP 04211440000114

Dosen Pembimbing
Ir. Alam Baheramsyah, M.Sc.

Ede Mehta Wardhana ST., MT.

DEPARTEMEN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
2018

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

SKRIPSI - ME 141501

**TECHNICAL AND ECONOMIC ANALYSIS THE USE OF MIXED ICE
SLURRY IN PURSE SEINE FISH WITH MAGNESIUM OF
CHLORIDE, METHANOL, AND SODIUM CHLORIDE COMPOUND**

Trisatya Wira Pradhaksa
NRP 04211440000114

Supervisors
Ir. Alam Baheramsyah, M.Sc
Ede Mehta Wardhana ST., MT.

DEPARTEMEN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
2018

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISA KELAYAKAN TEKNIS DAN EKONOMIS PENGGUNAAN CAMPURAN ICE SLURRY PADA KAPAL IKAN PURSE SEINE DENGAN SENYAWA MAGNESIUM KLORIDA, METHANOL, DAN NATRIUM KLORIDA

TUGAS AKHIR

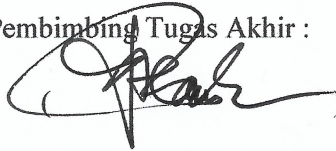
Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Program Studi S-1 Departemen Teknik Sistem Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

Trisatya Wira Pradhaksa
NRP. 04211440000114

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir :

Ir Alam Baheramsyah .M.Sc
NIP. 1968 0129 1992 03 1001



Ede Mehta Wardhana ST.,MT
NIP. 1992 2017 11048

()

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISA KELAYAKAN TEKNIS DAN EKONOMIS PENGGUNAAN CAMPURAN ICE SLURRY PADA KAPAL IKAN PURSE SEINE DENGAN SENYAWA MAGNESIUM KLORIDA, METHANOL, DAN NATRIUM KLORIDA

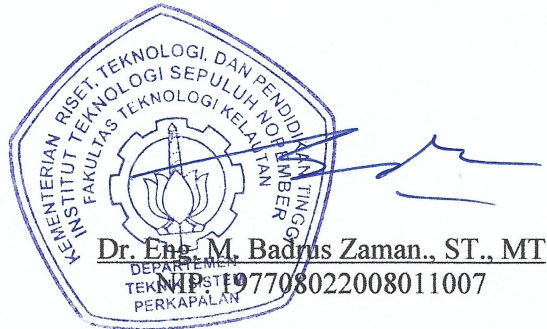
TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Program Studi S-1 Departemen Teknik Sistem Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

Trisatya Wira Pradhaksa
NRP. 04211440000114

Disetujui oleh Kepala Departemen Teknik Sistem Perkapalan :



“Halaman ini sengaja dikosongkan”

Analisa Kelayakan Teknis dan Ekonomis Penggunaan Campuran Ice Slurry pada Kapal Ikan Purse Seine dengan Senyawa Magnesium Klorida, Methanol, dan Natrium Klorida

Nama Mahasiswa : Trisatya Wira Pradhaksa

NRP : 04211440000114

Departemen : Teknik Sistem Perkapalan ITS

Dosen Pembimbing 1 : Ir Alam Baheramsyah .M.Sc

Dosen Pembimbing 2 : Ede Mehta Wardhana ST.,MT

Abstrak

Indonesia mempunyai sumber daya alam yang kaya di laut. Oleh karena itu tidak sedikit nelayan yang berlayar di lautan Negara Indonesia untuk mengolah sumber daya alam berupa ikan-ikan tersebut. Untuk meningkatkan mutu dan kualitas hasil tangkapan ikan, maka dilakukanlah pengolahan dan pengawetan ikan. Pengawetan dan pengolahan ikan bertujuan untuk menghambat atau menghentikan kegiatan zat-zat dan mikroorganisme yang dapat menimbulkan pembusukan (kemunduran mutu) dan kerusakan. Pengawetan pada kapal ikan pada umumnya menggunakan es balok, penggunaan es balok dianggap tidak bermanfaat secara maksimal dikarenakan penggunaan es balok tidak dapat menyimpan atau menjaga mutu dari hasil tangkapan laut tersebut dalam jangka waktu lama. Saat ini terdapat alternatif pengganti sistem tradisional yang jauh lebih efektif dan dapat mempertahankan kualitas dari ikan yaitu dengan mengganti pendingin es balok dengan slurry ice.

Dalam percobaan yang telah dilakukan dapat diketahui larutan bahwa pendingin yang paling baik diantara campuran lain untuk mendinginkan ikan adalah ice slurry dengan campuran methanol dengan pencapaian temperatur akhir pada 10 jam percobaan 8,8°C dan dapat menyimpan kesegaran ikan paling lama. Dan data keamanan konsumsi dari tiap larutan dapat disimpulkan, ketiga larutan methanol, magnesium klorida, dan natrium klorida dapat menyebabkan efek yang berbahaya jika dikonsumsi 100% larutan tanpa campuran, data tersebut diambil dari MSDS. Lalu biaya pembuatan seluruh ice slurry ketiga larutan masih lebih mahal daripada es balok.

Kata kunci : Ice Slurry, Pencapaian Temperatur akhir, keamanan konsumsi, biaya pembuatan

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

TECHNICAL AND ECONOMIC ANALYSIS THE USE OF MIXED ICE SLURRY IN PURSE SEINE FISH WITH MAGNESIUM OF CHLORIDE, METHANOL, AND SODIUM CHLORIDE COMPOUND

Name of Student : Trisatya Wira Pradhaksa

NRP : 04211440000114

Department : Marine Engineering

Supervisor 1 : Ir Alam Baheramsyah .M.Sc

Supervisor 2 : Ede Mehta Wardhana ST.,MT

Abstract

Indonesia has rich natural resources at sea. Therefore, not a few fishermen who sailed in the oceans of the State of Indonesia to cultivate natural resources in the form of these fish. To improve the quality and quality of fish catches, then the processing and fish preservation. Preservation and fish processing aims to inhibit or stop the activities of substances and microorganisms that can cause decay (deterioration of quality) and damage for fish. Preservation on fish vessels generally use ice blocks, the use of ice blocks is considered not beneficial to the maximum due to the use of ice blocks can not store or maintain the quality of the fish in the long term. Currently there is an alternative replacement of traditional systems that are much more effective and can maintain the quality of the fish by replacing ice blocks with slurry ice.

In the experiments we have done it can be known that the best coolant solution among other mixtures to cool the fish is ice slurry with methanol mixture, with the final temperature achievement at 10 hours experiment 8.8 °C and can keep the freshness of the fish longest . And the consumption safety data of each solution can be inferred, the three solutions of methanol, magnesium chloride, and sodium chloride can cause harmful effects if consumed 100% solution without mixture, the data is taken from MSDS. Then the cost of making all three ice slurry solution is still more expensive than ice beam.

Keywords : *Ice Slurry, final temperature, consumption safety, manufacturing cost*

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah Subhanahu Wa Ta'ala yang telah memberikan rahmat dan anugerah-Nya, sehingga penulis mampu menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul **Analisa Kelayakan Teknis dan Ekonomis Penggunaan Campuran Ice Slurry pada Kapal Ikan Purse Seine dengan Senyawa Magnesium Klorida, Methanol, dan Natrium Klorida** dengan baik dan tepat waktu. Tugas akhir diajukan sebagai salah satu persyaratan kelulusan program studi sarjana Departemen Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknologi kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Dalam proses penyelesaian Tugas Akhir penulis menyadari banyak pihak yang telah memberi dukungan dalam pengerjaan Tugas Akhir. Oleh karena itu penulis menyampaikan rasa terima kasih kepada pihak-pihak di bawah ini, yaitu :

1. Kedua orang tua penulis, Ibu Siti Afiah dan Almh Bapak Suhadiono Waskito yang selalu mendukung dan memberikan semangat kepada penulis setiap selama perkuliahan
2. Kedua Saudara penulis, Ficky Wira Wicaksana dan Anantya Wira Pambudhi kedua sosok kakak yang selalu memberikan semangat untuk penulis.
3. Bapak Dr.Eng. Trika Pitana S.T., M.Sc., selaku dosen wali yang telah banyak memberikan bimbingan dan semangat kami sebagai mahasiswa untuk menghadapi perkuliahan.
4. Bapak Ir Alam Baheramsyah .M.Sc., selaku dosen pembimbing penulis yang telah membimbing penulis dalam menyelesaikan penelitian Tugas Akhir.
5. Bapak Ede Mehta Wardhana ST.,MT selaku dosen pembimbing kedua yang telah membimbing penulis dalam menyelesaikan penelitian Tugas Akhir, dan membimbing penulis dalam pembelajaran mata kuliah.
6. Bapak Adi Kurniawan, ST., MT. Bapak Dr. I. Made Ariana, ST., M T. Bapak Achmad Baidowi ST., MT. dan Bapak Ir. Hari Prastowo, M.Sc. yang telah membimbing penulis dalam mata kuliah Desain I, II, III, dan IV serta seluruh dosen, tenaga kependidikan serta manajemen Departemen Teknik Sistem Perkapalan FTK – ITS.
7. Seluruh kawan-kawan lab MMS yang telah saling menyemangati dan berjuang bersama untuk menyelesaikan tugas akhir.
8. Kawan seperjuangan angkatan MERCUSUAR '14 yaitu, Azizah, Mayong, Denny, Trisatya, Suud, Cide, Iqbal, Galih , Gilang dan teman-teman angkatan yang telah menjadi teman dan bagian dari pengalaman penulis.
9. Terima kasih kepada teman yang selalu menghibur penulis dari awal perkuliahan yaitu Yasir, Kresna Ivan, Anang Brian , dan Huda.
10. Terima kasih kepada teman yang selalu mendukung penulis Amir dan Indira.
11. Terima kasih kepada Nabilah Amirah yang selalu membantu dan mendorong penulis untuk pembuatan tugas akhir .
12. Kepada pihak yang tidak bisa disebutkan satu per satu, terima kasih atas segala bantuan dan dukungan yang telah diberikan kepada penulis.

Penulis menyadari bahwa penelitian yang dilakukan dalam tugas akhir ini jauh dari sebuah kesempurnaan, oleh karenanya kritik dan saran sangat terbuka untuk menjadikan karya yang lebih baik dan memberikan kebermanfaatan. Penulis

berharap bahwa karya tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis dan bagi seluruh pembaca di kemudian hari.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	v
LEMBAR PENGESAHAN.....	vii
KATA PENGANTAR.....	xiii
DAFTAR ISI.....	xv
DAFTAR GAMBAR.....	xvii
DAFTAR TABEL.....	xix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	1
1.3 Batasan Masalah.....	1
1.4 Tujuan Penelitian.....	2
1.5 Manfaat.....	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	3
2.1 Perpindahan Panas.....	3
2.1.1 Perpindahan Kalor secara Konduksi.....	3
2.1.2 Perpindahan Kalor secara Konveksi.....	3
2.1.3 Perpindahan Kalor secara Radiasi.....	3
2.2 Konduktivitas Thermal.....	3
2.2.1 Kapal Nelayan.....	4
2.2.2 Kapal Purse Seine.....	6
2.3 Slurry Ice.....	7
2.3.1 Supersaturation.....	7
2.3.2 Nucleation.....	7
2.3.3 Growth.....	8
2.4 Senyawa Larutan Ice Slurry.....	8
2.5 <i>Thermophysical Ice Slurry</i>	11
BAB III METODE PENELITIAN.....	13
3.1 Identifikasi Masalah.....	14
3.2 Studi Literatur.....	14
3.3 Pengumpulan Data.....	14
3.4 Pembuatan Ice Slurry.....	14
3.4.1 Alat dan Bahan.....	14
3.5 Pengujian Ice Slurry.....	17
3.6 Pengujian Keracunan.....	17
3.7 Menghitung Faktor Ekonomi.....	17
3.8 Kesimpulan dan Saran.....	17
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN.....	19
4.1 Pembuatan <i>Ice Slurry</i>	19
4.1.1 Langkah Pembuatan Ice Slurry.....	19
4.2 Pengoperasian Cold Storage.....	20
4.2.1 Sumber Listrik Cold Storage.....	20
4.2.2 Pengaturan Temperatur Cold Storage.....	22
4.2.3 Langkah Mematikan <i>Cold Storage</i>	22
4.3 Langkah Penggunaan Data Logger dan Thermocouple.....	23

4.4 Data Hasil Percobaan dan Analisa	26
4.4.1 Pengukuran Kenaikan Suhu.....	26
4.5 Perbandingan Kenaikan Suhu	31
4.5.1 Pengukuran Kenaikan Suhu Tiap Pendingin	31
4.5.2 Pengukuran Kenaikan Suhu Ikan di Tiap Pendingin	32
4.5.3 Uji Keracunan.....	33
4.6 Perhitungan Ekonomi.....	34
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	37
5.1 Kesimpulan	37
5.2 Saran	37
DAFTAR PUSTAKA.....	39

DAFTAR GAMBAR

gambar 2. 1 Kapal Purse Seine.....	5
gambar 2. 2 Kapal Pole and line.....	5
gambar 2. 3 Kapal Nelayan Jenis Trawl.....	6
gambar 2. 4 Alur penangkapan Ikan pada Kapal Purse Seine.....	6
gambar 2. 5 Grafik Hubungan <i>Freezing Point</i>	8
gambar 2. 6 Daftar Komposisi Larutan yang Telah Dikalkulasi.....	9
gambar 2. 7 Magnesium Klorida dalam bentuk flakes.....	10
gambar 2. 8 Methanol.....	10
gambar 2. 9 Natrium Klorida.....	11
gambar 3. 1 flow chart pengerjaan tugas akhir.....	13
gambar 3. 2 Cool Box.....	15
gambar 3. 3 Panel Cold Storage.....	16
gambar 3. 4 Cold Storage.....	16
gambar 3. 5 Data Logger.....	17
gambar 4. 1 Plastik Es.....	19
gambar 4. 2 Gelas Ukur.....	20
gambar 4. 3 Plastik yang telah diisi campuran air dan senyawa.....	20
Gambar 4. 4 MCB Utama Workshop.....	21
gambar 4. 5. switch di MCB.....	21
gambar 4. 6 MCB Cold Storage.....	21
gambar 4. 7 Swirch power cold storage.....	22
gambar 4. 8 Layar Penunjuk Suhu.....	22
gambar 4. 9 menu awal dari software Kipling.....	23
gambar 4. 10 menu pemilihan mode dari software Kipling.....	23
gambar 4. 11 menu pengaturan thermocouple dari software Kipling.....	24
gambar 4. 12 menu pengaturan thermocouple dari software Kipling.....	24
gambar 4. 13 menu pengaturan thermocouple dari software Kipling.....	25
gambar 4. 14 menu pengaturan thermocouple dari software LJLogM.....	25
gambar 4. 15 kenaikan temperature Slurry Ice Methanol tanpa ikan.....	26
gambar 4. 16 kenaikan temperature Slurry Ice Methanol dengan Ikan.....	26
gambar 4. 17 kenaikan temperature Slurry Ice Magnesium Klorida tanpa ikan.....	27
gambar 4. 18 kenaikan temperature Slurry Ice Magnesium Klorida dengan ikan.....	28
gambar 4. 19 kenaikan temperature Slurry Ice Natrium Klorida dengan Ikan.....	29
gambar 4. 20 kenaikan temperatur Es Balok dengan Ikan.....	30
gambar 4. 21 kenaikan temperatur Tiap Pendingin.....	31
gambar 4. 22 kenaikan temperatur Ikan di Tiap Pendingin.....	32
gambar 4. 23 Spesifikasi Compressor dari Cold Storage.....	35
gambar 4. 24 Tarif Tenaga Listrik PLN.....	35

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR TABEL

tabel 2. 1 Konduktivitas berbagai bahan pada °C	4
tabel 4. 1 kelayakan konsumsi ikan ditentukan dengan suhu penyimpanan	33

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia mempunyai sumber daya alam yang kaya di laut. Oleh karena itu tidak sedikit nelayan yang berlayar di lautan Negara Indonesia untuk mengolah sumber daya alam berupa ikan-ikan tersebut.

Untuk meningkatkan mutu dan kualitas hasil tangkapan ikan, maka dilakukanlah pengolahan dan pengawetan ikan. Pengawetan dan pengolahan ikan bertujuan untuk menghambat atau menghentikan kegiatan zat-zat dan mikroorganisme yang dapat menimbulkan pembusukan (kemunduran mutu) dan kerusakan.

Pengawetan pada kapal ikan pada umumnya menggunakan es balok, penggunaan es balok dianggap tidak bermanfaat secara maksimal dikarenakan penggunaan es balok tidak dapat menyimpan atau menjaga mutu dari hasil tangkapan laut tersebut dalam jangka waktu lama.

Saat ini terdapat alternatif pengganti sistem tradisional yang jauh lebih efektif dan dapat mempertahankan kualitas dari ikan yaitu dengan mengganti pendingin es balok dengan slurry ice. Bubur es atau slurry ice dapat menjaga mutu dari hasil tangkapan laut lebih lama dibandingkan dengan pendingin es balok biasa. Kandungan dari ice slurry mempunyai kelebihan dan kekurangannya masing-masing. Ice slurry dapat menjaga agar tidak terdapat udara diantara es dengan ikan, sehingga mengurangi waktu pendinginan dari ikan tersebut.

Dalam pengerjaan tugas akhir ini akan dilakukan penelitian campuran dari ice slurry dengan senyawa Magnesium Klorida , Methanol, dan Natrium Klorida mengenai , waktu yang dibutuhkan tiap senyawa dalam mencapai titik beku yang diperlukan, titik lebur dari tiap tiap senyawa, dan perhitungan faktor ekonomi untuk pembuatan ice slurry di tiap tiap senyawa.

1.2 Perumusan Masalah

Dalam melaksanakan kajian tersebut, terdapat beberapa masalah yang dirumuskan agar proses pengkajian dapat dilakukan secara terarah yaitu :

1. Pada senyawa Magnesium Klorida, Methanol ,Natrium Klorida mempunyai ice slurry dengan pendinginan yang paling baik??
2. Diantara larutan Magnesium Klorida, Methanol , dan Natrium Klorida yang memiliki keamanan konsumsi
3. Diantara senyawa Magnesium Klorida, Methanol ,Natrium Klorida manakah yang paling ekonomis ditinjau dari biaya produksi?

1.3 Batasan Masalah

Agar dapat dilakukan kajian yang lancar dan terarah maka diperlukan beberapa batasan masalah, diantaranya adalah:

- 1) Campuran senyawa yang dilakukan pengujian adalah Magnesium Klorida, Natrium Klorida , dan Methanol
- 2) Hasil yang ditinjau dari pengujian berfokus pada titik leleh dari ketiga senyawa, keamanan untuk dikonsumsi dari tingkat keracunan dan faktor ekonomi yang disebabkan oleh penambahan senyawa pembentuk Ice Slurry

- 3) Perhitungan faktor ekonomi hanya membahas biaya produksi

1.4 Tujuan Penelitian

Dari perumusan masalah diatas maka dapat ditentukan tujuan dari Tugas Akhir ini, yaitu :

1. Mengetahui ice slurry dengan pendinginan yang paling baik diantara Magnesium Klorida, Methanol , Natrium Klorida untuk mencapai titik beku
2. Mengetahui senyawa manakah diantara larutan Magnesium Klorida, Methanol , dan Natrium Klorida yang memiliki kemanan konsumsi dengan parameter uji lab
3. Mengetahui diantara senyawa Magnesium Klorida, Methanol , dan Natrium Klorida yang mempunyai nilai yang ekonomis ditinjau dari dan biaya produksi

1.5 Manfaat

Manfaat yang didapatkan dari dilakukannya kajian berikut adalah:
Memberikan informasi tentang teknologi ice slurry yang digunakan untuk mendinginkan ikan dengan senyawa yang berbeda beda, dan menilai senyawa yang paling baik digunakan dalam proses pendinginan ikan . dengan meninjau waktu pencapaian titik beku, titik lebur yang tinggi, dan biaya produksi tiap campuran ice slurry.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Perpindahan Panas

Perpindahan panas adalah ilmu yang menghitung perpindahan energi panas yang terjadi karena adanya perbedaan suhu di antara benda. Dalam proses perpindahan energi tersebut tentu ada laju perpindahan panas, yaitu kecepatan perpindahan panas yang terjadi. Ilmu perpindahan panas juga digunakan untuk mengetahui laju perpindahan panas yang terjadi pada kondisi-kondisi tertentu. Perpindahan kalor adalah proses berpindahnya suatu energi berupa kalor dari satu daerah ke daerah lain akibat adanya perbedaan temperatur pada daerah tersebut. Ada tiga bentuk perpindahan panas yang diketahui, yaitu konduksi, konveksi, dan radiasi.

2.1.1 Perpindahan Kalor secara Konduksi

Konduksi adalah perpindahan kalor melalui zat padat. Perpindahan ini tidak diikuti dengan perpindahan partikel perantara. Berdasarkan kemampuan menghantar kalor, zat dibagi menjadi dua golongan besar, yaitu konduktor dan isolator. Konduktor ialah zat yang mudah menghantar kalor. Isolator adalah zat yang sukar menghantar kalor. Banyaknya kalor Q yang melalui dinding selama selang waktu. Tetapan kesebandingan (k) adalah sifat fisik bahan atau material yang disebut konduktivitas termal. Konduktivitas termal suatu benda adalah kemampuan suatu benda untuk memindahkan kalor melalui benda tersebut. Benda yang memiliki konduktivitas termal (k) besar merupakan penghantar kalor yang baik (konduktor termal yang baik). Sebaliknya, benda yang memiliki konduktivitas termal kecil merupakan penghantar kalor yang buruk (konduktor termal yang buruk).

2.1.2 Perpindahan Kalor secara Konveksi

Konveksi adalah proses perpindahan kalor dari satu bagian fluida ke bagian lain fluida oleh pergerakan fluida itu sendiri. Ada dua jenis konveksi, yaitu konveksi bebas dan konveksi paksa. Bila gerakan fluida disebabkan karena adanya perbedaan kerapatan karena perbedaan suhu, maka perpindahan panasnya adalah konveksi bebas. Sedangkan bila gerakan fluida disebabkan oleh eksitasi dari luar, sebagai contoh kipas yang menggerakkan fluida sehingga fluida mengalir di atas permukaan, maka perpindahan panasnya tersebut adalah konveksi paksa.

2.1.3 Perpindahan Kalor secara Radiasi

Berbeda dengan 2 jenis perpindahan kalor sebelumnya yang menggunakan medium, perpindahan kalor ini tidak membutuhkan medium atau perantara. Sebagai contoh Panas matahari yang sampai ke bumi melewati ruang angkasa yang hampa udara (tanpa ada medium). Setiap benda dapat menyerap kalor yang dipancarkan secara radiasi.

2.2 Konduktivitas Thermal

Konduktivitas termal adalah ilmu untuk mengetahui perpindahan energi karena perbedaan suhu di antara benda atau material, dan juga menunjukkan baik buruknya suatu material. Material yang dapat menghantarkan panas dengan baik disebut konduktor sedangkan yang kurang baik disebut isolator. Untuk mengetahui konduktivitas termal zat

cair dan zat padat ada teori teori yang dapat digunakan dalam beberapa situasi tertentu, tetapi pada umumnya, dalam zat cair dan zat padat terdapat banyak masalah yang masih memerlukan penjelasan. Konduktivitas termal merupakan fungsi suhu dan akan bertambah sedikit kalau suhu naik, akan tetapi variasinya kecil dan sering dapat diabaikan. nilai konduktivitas termal secara umum :

tabel 2. 1 Konduktivitas berbagai bahan pada °C

BAHAN	Konduktivitas termal(k)	
	W/m.°c	Bt u / h.ft.°F
Perak(murni)	410	237
Tembaga(murni)	385	223
Aluminium(murni)	202	117
Nikel(murni)	93	54
Besi(murni)	93	54
Baja Karbon, 1% C	73	42
Timbal (murni)	43	25
Magnesit	4,15	24
Marmar	2,08-2,94	1,2-1,7
Batu pasir	1,83	1,06
Kayu	0,17	0,096
Zat Cair		
Raksa	8,21	4.74
Air	0,556	0,327
Amonia	0,540	0,321
Freon 12, CC_2F_2	0,073	0,042
Gas		
Hidrogen	0,175	0,101
Helium	0,141	0,081
Karbondioksida	0,0146	0,00844
Uap air(jenuh)	0,0206	0,0119

2.2.1 Kapal Nelayan

Kapal Nelayan didefinisikan sebagai kapal atau perahu atau alat apung lainnya yang digunakan untuk melakukan kegiatan penangkapan ikan termasuk melakukan survei atau eksplorasi perikanan. Kapal penangkap ikan adalah kapal yang secara khusus dipergunakan untuk menangkap ikan termasuk menampung, menyimpan, mendinginkan atau mengawetkan. Kapal pengangkut ikan adalah kapal yang secara khusus dipergunakan untuk mengangkut ikan termasuk memuat, menampung menyimpan, mendinginkan atau mengawetkan. Jenis jenis dari kapal nelayan adalah sebagai berikut :

- **Kapal Purse Seine**

Untuk jenis kapal penangkap ikan dengan alat tangkap purse seine yang dapat dibedakan dengan melihat alat bantu *Power Block* pada bagian kapal tersebut. sedangkan pada kapal tradisional menggunakan alat bantu gardan.



gambar 2. 1 Kapal Purse Seine

Power Block berfungsi untuk menarik jaring penangkap ikan yang terdapat di belakang atau buritan kapal.

- **Kapal Pole and Line**

Kapal Pole and Line adalah kapal yang menggunakan alat tangkap pole and line. yang dimaksud dengan *pole and line* adalah teknik penangkapan ikan yang menggunakan tongkat pancing tradisional. Jenis kapal penangkap ini di desain lebar di lambung kapal. Karena di lambung kapal digunakan untuk nelayan duduk memancing menggunakan teknik *pole and line*.



gambar 2. 2 Kapal Pole and line

- Kapal Trawl



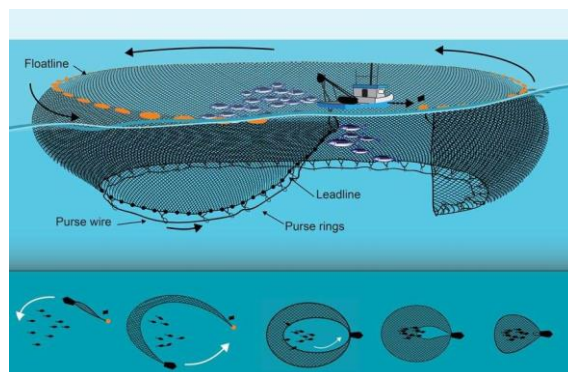
gambar 2. 3 Kapal Nelayan Jenis Trawl

Jenis Kapal Penangkap Trawl biasanya di peruntukkan untuk menangkap udang. Kapal trawl membutuhkan tenaga kapal yang sangat besar. Tenaga yang sangat besar ini digunakan untuk menarik jarring *trawl* yang ukurannya cukup besar, kegiatan penarikan tersebut biasa disebut dengan kegiatan *towing*.

2.2.2 Kapal Purse Seine

Purse seine adalah alat tangkap yang paling banyak memberikan kontribusi bagi produksi ikan laut di Kotamadya Pekalongan (PPN Pekalongan, 2007). Unit purse seine merupakan satu kesatuan teknis dalam operasi penangkapan ikan yang terdiri dari kapal, alat tangkap, dan nelayan. Kegiatan operasi penangkapan menggunakan purse seine dapat dikelompokkan menjadi tiga tahap, yaitu :

- tahap persiapan,
- tahap penurunan jaring,
- dan tahap penarikan jaring.



gambar 2. 4 Alur penangkapan Ikan pada Kapal Purse Seine

Operasi penangkapan umumnya dilakukan pada tengah malam sampai dengan dini hari, sekitar pukul 24.00 - 04.00. Umumnya kegiatan penurunan jaring hanya dilakukan satu kali dalam satu malam.

2.3 Slurry Ice

Ice Slurry adalah sebuah campuran homogenous dari partikel es yang kecil dan cairan larutan. Cairan tersebut dapat berasal dari air atau larutan biner yang terdiri dari penurun titik beku seperti Sodium klorida, ethanol, etilen glikol dan propylene glycol. Sejak 2 dekade terakhir ini pemanfaatan ice slurry ini sangat tumbuh pesat (M.Kauffeld, 2010)

Ice slurry adalah zat pendingin yang menjadi pilihan populer terbaik karena performa ice slurry lebih baik dibanding es flake untuk menjaga kualitas daging ikan. *Ice slurry* sebagai pendinginan ikan dapat menjaga agar tidak ada udara antara ikan dan es, sehingga pendinginan ikan menjadi cepat karena luas permukaan bidang kontak lebih besar dan pertumbuhan bakteri menjadi lebih lambat yang membuat memperpanjang daya hidup ikan. (Wang et al., 1999). Selain itu, karena pembuatan ice slurry dengan pemberian konsentrasi larutan, maka titik beku dari larutan yang lebih rendah membuat secara biologi mengaktifkan fungsi protein dan material probiotik dijaga dari bahaya panas (T.Vajda, 1999).

Ice slurry memiliki densitas penyimpanan energy yang tinggi karena kalor laten dari Kristal es dari ice slurry tersebut. Ice slurry juga mempunyai cooling rate yang tinggi karena area heat transfer yang besar yang dibuat oleh partikelnya. Ice slurry menjaga temperature rendah yang konstan pada saat Secara umum pembentukan ice slurry terdiri dari tiga tahap, yaitu Supersaturation, Nucleation, dan Grow (pertumbuhan).

2.3.1 Supersaturation

Supersaturation dari slurry ice membutuhkan campuran dari larutan senyawa lain. Hal ini dilakukan agar larutan mengalami ketidakstabilan dan terjadi perbedaan potensial kimia ($\Delta\mu$) antara fase larutan dan padat. Yang dimaksud dengan larutan adalah air yang dicampur dengan dan larutan senyawa, sedangkan padat adalah fraksi es.

Pada saat pembuatan ice slurry, larutan supersaturated dengan air terjadi. Setelah awal ice slurry membentuk nucleation, yang dapat mengurangi supersaturasi pada campuran larutan. Ice crystal akan terbentuk sampai perbedaan potensial kimia ($\Delta\mu$) dikurangi oleh kondisi saturasi terjadi. Perbedaan potensial kimia terjadi disebabkan oleh temperatur atau tekanan pembawa gaya. Supercooling akan menyebabkan supersaturasi terjadi, pada saat temperature setimbang dengan perubahan tekanan yang menghasilkan kesetimbangan temperature. untuk menghasilkan *slurry ice* larutan harus pada keadaan triple point. *Triple point* adalah keadaan pada saat air tidak seluruh bagiannya membeku dan menimbulkan perbedaan potensial kimia yang dibutuhkan untuk kristalisasi. Metode yang digunakan pada *slurry ice generator* adalah metode Pendinginan dan perubahan tekanan. Laju dari tahap kristalisasi, nucleation dan growth (pertumbuhan) ditentukan oleh level dari supersaturasi larutan.

2.3.2 Nucleation

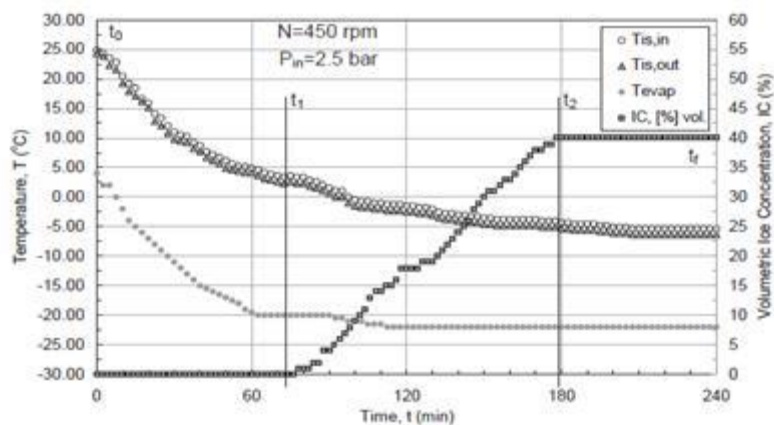
Ketika larutan supersaturasi mulai membentuk molekul yang berbentuk kelompok stabil maka mulai terjadilah tahap nukleasi. Hal ini dapat menyebabkan terjadinya salah satu antara homogeneously atau heterogeneously. homogeneous nucleation terbentuknya fase baru yang berasal dari liquid murni dan melewati keadaan

fluktuasi dari kelompok molekul, untuk larutan air murni hanya akan terjadi pada saat mencapai temperatur rendah dibawah -40°C . *Heterogeneous nucleation* biasanya hanya terjadi pada larutan, sehingga nucleation terjadi pada temperature yang lebih tinggi dibandingkan dengan homogeneous nucleation. Setelah awal nucleation terjadi tahap selanjutnya dari nucleation akan mulai terjadi.

2.3.3 Growth

Pada saat kristal mulai terbentuk (bertumbuh), nuclei akan membesar dan berubah menjadi Kristal dengan penambahan molekul yang timbul pada tahap supersaturasi. *Growth* atau pertumbuhan Kristal ini mempunyai tiga tahap, pertama adalah perpindahan massa molekul difusi melalui curah larutan dan melewati lapisan batas nucleus, kedua penggabungan molekul menuju dinding dan perpindahan panas secara simultan dari kristal ke bagian curah larutan, ketiga pemindahan panas meliputi perubahan fase.

Distribusi dan morfologi dari kristal *ice slurry* ditentukan oleh Interaksi antara nukleasi dan pertumbuhan Kristal. Laju kristalisasi sangat mempengaruhi ukuran dari Kristal yang akan terbentuk, kristal yang berukuran kecil akan terbentuk jika proses pendinginan yang dilakukan cepat, Sebaliknya, ukuran kristal lebih besar dengan jumlah yang sedikit terbentuk jika proses pendinginan yang lambat.



gambar 2. 5 Grafik Hubungan Freezing Point

Pada gambar 4 adalah grafik tentang hubungan pembentukan fraksi es dengan temperatur terhadap waktu pendinginan. Titik t_0 ke t_1 adalah supercooling sampai supersaturasi, kemudian t_1 ke t_2 adalah titik dimana terbentuknya fraksi es yang disebut nukleasi, sedangkan t_2 ke t_f adalah panas sensibel sampai terbentuk nukleasi sempurna (T.A. Mouneer et al., 2011). Fluida air nukleasi penuh akan terjadi pada temperatur -40°C (Stamatiou E et al., 2005).

2.4 Senyawa Larutan Ice Slurry

Dasar ice slurry adalah pemberian larutan pada air, sehingga larutan mempunyai titik beku rendah untuk membuat perbedaan potensial kimia. Penentuan larutan sangat mempengaruhi nilai dari tingkat keefektifan dari pembentukan ice slurry. Sehingga

dalam penentuan larutan beberapa aspek harus diperhatikan yaitu volume kapasitas panas dan viskositas dari larutan, selain itu juga tingkat keracunan, korosi dan biaya untuk penambahan larutan (Guilpart et al.,2006).

Dibawah ini ditunjukkan kapasitas maksimum dan minimum dari berbagai pelarut yang telah diaplikasikan dalam industri dan masuk dalam jangkauan perhitungan yang biasa digunakan. Dimana x adalah konsentrasi dari pelarut dimana minimum di 0 dan T adalah temperatur dimana maksimal kerja sampai 20o C.

Abbreviation	Full name	x_{max}	T_{min}
EG	Ethylene glycol	0.561	- 45.0
PG	Propylene glycol	0.57	- 45.0
EA	Ethyl alcohol	0.601	- 45.0
MA	Methyl alcohol	0.443	- 45.0
GL	Glycerol	0.63	- 40.0
NH ₃	Ammonia	0.236	- 50.0
K ₂ CO ₃	Potassium carbonate	0.39	- 35.0
CaCl ₂	Calcium chloride	0.294	- 45.0
MgCl ₂	Magnesium chloride	0.205	- 30.0
NaCl	Sodium chloride	0.226	- 20.0
KaC	Potassium acetate	0.41	- 45.0
KFo	Potassium formiate	0.48	- 50.0

gambar 2. 6 Daftar Komposisi Larutan yang Telah Dikalkulasi

Setiap larutan mempunyai efek masing-masing baik dari segi keracunan, mudah terbakar dan lain-lain. Dengan kata lain sebelum memilih larutan sebagai media ice slurry, perlu dipertimbangkan efek-efeknya. Berikut adalah efek-efek dari pemakaian beberapa larutan. Senyawa yang akan diuji pada tugas akhir ini adalah senyawa Magnesium Klorida, Methanol , Natrium Klorida

- **Magnesium Klorida**

Magnesium Klorida adalah logam yang kuat, putih keperakan, ringan (satu pertiga lebih ringan daripada aluminium) dan akan menjadi kusam jika dibiarkan pada udara. Dalam bentuk serbuk, logam ini sangat reaktif dan bisa terbakar dengan nyala putih apabila udaranya lembab. Apabila pita logam magnesium dibakar lalu direndam dalam air, maka akan tetap terbakar hingga pita magnesiumnya habis. Magnesium, ketika dibakar dalam udara, menghasilkan cahaya putih yang terang. Ini digunakan pada zaman awal fotografi sebagai sumber pencahayaan (serbuk kilat). Rapat massa magnesium adalah 1,738 gram/cm³. Massa atom relatifnya adalah 24, dan nomor atomnya 12. Magnesium meleleh pada suhu 111°C.



gambar 2. 7 Magnesium Klorida dalam bentuk flakes

Logam-logam alkali tanah diproduksi melalui proses elektrolisis lelehan garam halida (biasanya klorida) atau melalui reduksi halida atau oksida. Magnesium diproduksi melalui elektrolisis lelehan MgCl_2 . Air laut mengandung sumber ion Mg^{2+} yang tidak pernah habis. Rumah tiram yang banyak terdapat di laut mengandung kalsium karbonat sebagai sumber kalsium. Pembuatan logam magnesium dari air laut telah dikembangkan oleh berbagai industri kimia.

- Methanol

Metanol juga disebut metil alkohol dan dibuat oleh gabungan dari kelompok metil (CH_3 -) dan kelompok hidroksida (OH) sehingga membentuk CH_3OH sebagai rumus kimianya. Namun, sering disingkat sebagai MeOH . Ini juga dikenal sebagai 'alkohol kayu' seperti yang pernah diproduksi sebagai produk sampingan melalui distilasi hutan. Tapi saat ini, metanol sebagian besar diproduksi secara sintesis melalui katalisis dari karbon monoksida, karbon dioksida, dan hidrogen.



gambar 2. 8 Methanol

Metanol merupakan alkohol yang paling sederhana yang ditemukan dalam kimia dan volatile dan mudah terbakar. Senyawa ini juga tidak berwarna dan memiliki bau yang mirip dengan ethanol. Metanol mampu membentuk ikatan hidrogen dengan air dan juga dengan alkohol lainnya sehingga memungkinkan untuk bercampur dengan baik. Di bandingkan dengan etanol, keasaman metanol lebih tinggi, juga sedikit lebih tinggi dari

air Methanol terutama digunakan sebagai bahan baku untuk produksi bahan kimia. Hal ini juga digunakan sebagai bahan bakar mesin; yaitu di mobil performa tinggi seperti mobil balap, metanol digunakan dalam bentuk murni. Methanol juga merupakan pelarut laboratorium penting yang banyak digunakan dalam teknik seperti HPLC. Densitas ice slurry diperoleh dengan menambahkan fraksi massa densitas es murni dan densitas larutan, secara matematis dirumuskan (Jean-Pierre Bédécarrats et al., 2009)

- Natrium Klorida



gambar 2. 9 Natrium Klorida

Natrium Klorida atau NaCl zat ini berkedudukan sebagai medium inhibitor yang fungsinya menghambat proses metabolisme. Jika NaCl terlarut di dalam air maka air tersebut akan mempunyai nilai atau tingkat konsentrasi yang tinggi yang dapat mengimbangi kandungan air (konsentrasi rendah)/low concentrate yang terdapat di dalam tubuh benih sehingga akan diperoleh keseimbangan kadar air pada benih tersebut. Hal ini dapat terjadi karena H₂O akan berpindah dari konsentrasi yang rendah ke tempat yang memiliki konsentrasi yang tinggi. Hal ini mencegah terjadinya penjamuran atau degradasi dari air. Karakteristik dari Natrium Klorida :

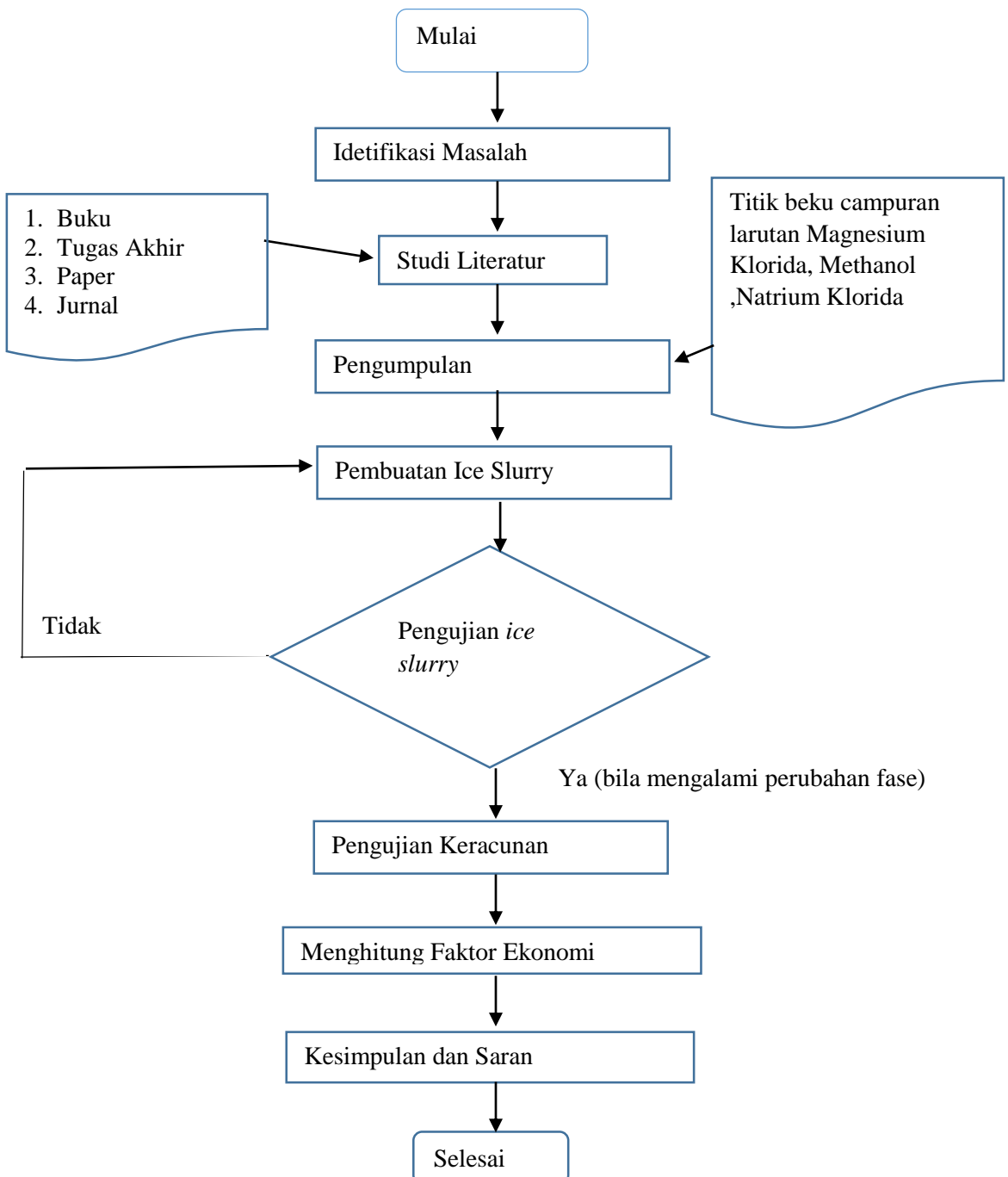
1. Natrium Klorida sangat mudah ditemukan. Natrium Klorida dapat kita temukan melalui daging asap, saus, bumbu instan, makanan kaleng, dan beragam makanan instan lainnya.
2. Natrium Klorida memang penting, namun jumlahnya tidak boleh berlebihan dalam tubuh karena jika jumlah Natrium Klorida dalam tubuh berlebihan dapat menyebabkan resiko terjadinya hipertensi yang dapat beresiko menyebabkan berbagai macam penyakit kronis lanjutan. Oleh karenanya jangan terlalu banyak mengonsumsi Natrium Klorida dan jangan pula mengonsumsinya terlalu sedikit.
3. Natrium Klorida yang paling sering kita temui adalah berbentuk kristal atau yang kita kenal dengan nama garam dapur.

2.5 Thermophysical Ice Slurry

Pada pendingin ice slurry mempunyai sifat thermofluida yang sangat mempengaruhi kinerja proses mendinginkan suatu produk. Sifat tersebut meliputi kapasitas panas yang dapat diserap, viskositas, konduktivitas, densitas dan enthalpy. Sifat dari ice slurry yang ideal adalah mempunyai densitas yang tinggi, kapasitas kalor yang

besar, dan viskositas yang kecil, dengan sifat tersebut lah ice slurry dapat menyerap panas yang besar. Densitas ice slurry diperoleh dengan menambahkan fraksi massa densitas es murni dan densitas larutan, secara matematis dirumuskan (Jean-Pierre Be' de carrats et al.,2009)

BAB III METODE PENELITIAN



gambar 3. 1 flow chart pengerjaan tugas akhir

Gambar 3.1 merupakan flowchart alur pengerjaan tugas akhir yang menjadi acuan dalam pengerjaan tugas akhir ini yaitu :

3.1 Identifikasi Masalah

Identifikasi dan perumusan masalah adalah langkah awal yang dilakukan untuk mengetahui mengenai ice slurry. Perumusan masalah digunakan untuk mengidentifikasi mengapa uji waktu tiap senyawa dalam mencapai titik beku yang dibutuhkan, titik lebur dari senyawa yang dipilih , dan manakah yang paling ekonomis ditinjau dari waktu pencapaian titik beku, titik lebur yang tinggi, dan biaya produksi.

3.2 Studi Literatur

Setelah perumusan masalah dilakukan, maka selanjutnya dilakukan studi literatur yang memiliki topik terkait yang dapat mendukung pelaksanaan tugas akhir penulis. Studi literatur dilakukan untuk mempelajari teori-teori yang dapat menunjang permasalahan yang ada. Studi literatur didapatkan dari beberapa sumber yaitu:

- Buku
- Jurnal
- Tugas akhir
- Paper

Pada tahap Studi literatur melalui media di atas, didapatkan data-data yang dibutuhkan dari senyawa Magnesium Klorida ($MgCl_2$), Methanol ,Natrium Klorida.

3.3 Pengumpulan Data

Pada penelitian ini, langkah pengumpulan data difokuskan pada analisa , kecepatan tiap senyawa dalam mencapai titik beku yang diperlukan oleh pendinginan ikan, titik lebur dari tiap tiap senyawa, dan perhitungan faktor ekonomi ditinjau dari waktu pencapaian titik beku, titik lebur yang tinggi, dan biaya produksi untuk pembuatan ice slurry di tiap tiap senyawa.

Tahap pengumpulan data untuk menunjang penulisan skripsi. Penulis dalam pengumpulan data mencari tahu titik beku setiap larutan yang telah ditentukan, agar mempermudah penulis dalam penentuan jumlah larutan yang dibutuhkan dalam pembuatan ice slurry. Penulis juga mencari tahu kandungan dari tiap tiap larutan yang akan digunakan untuk melihat tingkat keamanannya, Data yang juga dibutuhkan selain daripada di atas ialah mengenai harga-harga tiap larutan untuk perhitungan faktor ekonomi.

3.4 Pembuatan Ice Slurry

3.4.1 Alat dan Bahan

1. Cool Box

Cool Box digunakan untuk menyimpan hasil tangkapan laut bagi para nelayan. Penggunaan cool box bertujuan untuk menjaga temperature ikan hasil tangkapan agar tidak cepat naik. Cool box pada penulisan ini digunakan penulis untuk menjadikan wadah bagi ice slurry beserta ikan yang nantinya

akan diukur penurunan temperature dari beberapa titik. Pada percobaan kali ini, cool box yang telah dipilih terbuat dari bahan Styrofoam dengan ukuran 48,5 cm x 30 cm x 14 cm.



gambar 3. 2 Cool Box

2. Cold Storage

Cold Storage merupakan tempat untuk menyimpan suatu produk untuk mempertahankan kesegaran produk tersebut. Cold storage pada penulisan skripsi ini, digunakan penulis dalam pembuatan campuran ice slurry. Pada percobaan tugas akhir ini akan menggunakan cold storage yang ada di Laboratorium Marine Machinery and Fluids (MMS). Berikut spesifikasi cold storage yang akan digunakan.

Panjang: 2400 mm

Lebar : 1260 mm

Tinggi : 2500 mm

Refrigerant : R404 A

Compressor : Bitzer 2HC – 1.2 – 40 S; 220 – 240 V 50 Hz; Displacement 6.5 m³/h, 1450 rpm

Evaporator : Muller MLT 013; Capacity 1345 watt; 4
Coil Rows; 1 Fan, flow rate 1224 m³/h, 240 V 50 Hz



gambar 3. 3 Panel Cold Storage



gambar 3. 4 Cold Storage

3. Data Logger

Data Logger adalah alat yang digunakan untuk merekam atau mencatat suatu data dalam jangka waktu yang ditentukan. Untuk penggunaan data logger menggunakan software agar data yang dicatat dapat tersimpan dalam bentuk data elektronik.. pada percobaan ini menggunakan data logger dengan jenis *Labjack T-7 Pro* mempunyai spesifikasi sebagai berikut.:

Brand	: Labjack
Type	: T7 – Pro
Analog	: 14 analog
Range	: 10 s/d 0.001 V
Current Output	: 200 Ma



gambar 3. 5 Data Logger

3.5 Pengujian Ice Slurry

Pengujian ice slurry yang telah dibuat dengan campuran senyawa Magnesium Klorida, Methanol ,Natrium Klorida, apakah ice slurry sudah dapat digunakan sebagai pendingin yang baik. Dan menguji waktu yang dibutuhkan oleh tiap senyawa untuk mencapai temperature 0 °C. Pengujian dilakukan dalam jangka waktu 10 jam, yang dimulai dari pukul 20:30 pada malam hari. Semua campuran ice slurry dilakukan pengujian dengan menyamakan waktu mulai pengujian.

3.6 Pengujian Keracunan

Menguji Keracunan dilakukan untuk mengetahui keamanan dari larutan yang akan digunakan untuk membuat campuran ice slurry. Karena adanya keterbatasan alat yang tersedia di laboratorium ,maka uji laboratorium tidak dapat dilakukan. Laboratorium yang telah dikunjungi untuk melakukan pengujian antara lain laboratorium Penelitian Gayungsari, Badan Ristek dan Standardisasi Surabaya, sucofindo, BPOM, Karantina Ikan Juanda, Dinas Perikanan Gayungsari, PMP Perikanan, BBLK, Teknik Kimia ITS, Biologi ITS, Kimia ITS, Farmasi Unair, Kimia Unesa, Angler Biocham dan Kimia Universitas Brawijaya. Selanjutnya, penulis menggunakan standar oleh MSDS.

3.7 Menghitung Faktor Ekonomi

Menghitung ke ekonomisan ice slurry di setiap senyawa Magnesium Klorida, Methanol , Natrium Klorida, dengan factor teknis serta ekonomis ditinjau dari waktu pencapaian titik beku, dan biaya produksi. Biaya produksi yang dimaksud adalah termasuk dari harga per liter larutan magnesium klorida, methanol, natrium klorida, dan juga biaya listrik dari cold storage selama pendinginan yang diperlukan oleh campuran ice slurry masing masing larutan.

3.8 Kesimpulan dan Saran

Untuk penarikan kesimpulan mencakup hasil dari peneltian yang telah dilakukan dan telah menjawab rumusan masalah yang ada. Sedangkan saran yang diberi bertujuan untuk pengembangan tugas akhir.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1 Pembuatan *Ice Slurry*

4.1.1 Langkah Pembuatan *Ice Slurry*

Pembuatan *ice slurry* mengalami kendala dalam pembekuan larutan campuran . pertama dilakukan dengan mendinginkan 100% larutan tanpa campuran air , yang di dinginkan dengan suhu -20°C di *cold storage*. Larutan tersebut tidak mengalami perubahan fase menjadi ice slurry. Selanjutnya digunakan perbandingan larutan 70% air dan 30% larutan methanol, juga mengalami kendala yang sama dengan larutan awal. Ketiga digunakan perbandingan 80% air dan 20% larutan ethanol, pada suhu -20°C larutan berhasil berubah menjadi ice slurry.

Berikut adalah langkah-langkah yang digunakan dalam pembuatan Ice Slurry :

- a. Menyiapkan wadah untuk larutan yang akan dibekukan , pada kali ini menggunakan plastik transparan dengan ukuran 2 kilogram seperti pada gambar di bawah.



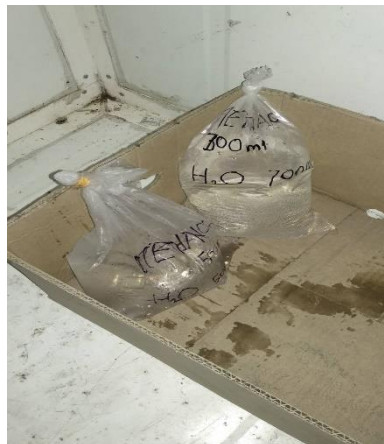
gambar 4. 1 Plastik Es

- b. Menggunakan gelas ukur untuk mengatur perbandingan antara larutan dengan air,



gambar 4. 2 Gelas Ukur

- c. Perbandingan yang digunakan adalah 80% air dan 20% larutan. Perbandingan tersebut digunakan dikarenakan keterbatasan dari suhu yang dapat dicapai oleh *cold storage* yang digunakan yaitu -20°C
- d. Setelah campuran yang telah diatur perbandingannya telah di bungkus oleh plastik, selanjutnya masukan larutan ke dalam cold storage



gambar 4. 3 Plastik yang telah diisi campuran air dan senyawa

- e. Ulangi langkah diatas untuk tiap-tiap senyawa.

4.2 Pengoperasian Cold Storage

4.2.1 Sumber Listrik Cold Storage

- A. Menyalakan Sumber Listrik utama dari workshop MMS yang terdapat di MCB utama di depan pintu workshop.



Gambar 4. 4 MCB Utama Workshop

- B. Lalu nyalakan juga 3 switch kuning , untuk menyalakan listrik dan lampu



gambar 4. 5. switch di MCB

- C. Menutup kembali MCB utama workshop
D. Membuka MCB Cold Storage yang terletak di samping Cold Storage.



gambar 4. 6 MCB Cold Storage

- E. Menyalakan switch power yang terdapat di dalam MCB Cold Storage
F. Lalu nyalakan Cold Storage dengan menggunakan switch yang terdapat di pintu MCB dari angka 1 menuju 2.



gambar 4. 7 Swirch power cold storage

4.2.2 Pengaturan Temperatur Cold Storage

- A. setelah menyalakan cold storage , monitor yang terdapat pada pintu cold storage akan menyala dan menunjukkan pembacaan suhu yang terdapat didalam ruangan cold storage.



gambar 4. 8 Layar Penunjuk Suhu

- B. Tekan tombol “SET” satu kali sampai muncul tulisan “SET” pada monitor
- C. Lalu tekan tombol “SET” sekali lagi hingga mucul angka yang merupakan besarnya nilai dari temperatur yang ingin di tuju
- D. Atur besarnya temperatur sesuai yang diinginkan dengan menekan tombol arah ke atas untuk menambah atau tombol arah ke bawah untuk mengurangi
- E. Tekan tombol “FNC” hingga monitor menunjukkan tampilan seperti semula (tampilan pembacaan temperatur cold storage)

4.2.3 Langkah Mematikan Cold Storage

- A. Putar kembali Switch yang terdapat di pintu MCB cold storage dari posisi 2 ke posisi 1
- B. Setelah monitor yang terdapat di pintu MCB cold storage telah mati buka pintu dari MCB tersebut
- C. Lalu matikan semua switch kuning dan switch power utama dari cold storage tersebut.
- D. Mematikan saklar kuning dan saklar utama pada MCB utama workshop
- E. Tutup kembali pintu MCB

4.3 Langkah Penggunaan Data Logger dan Thermocouple

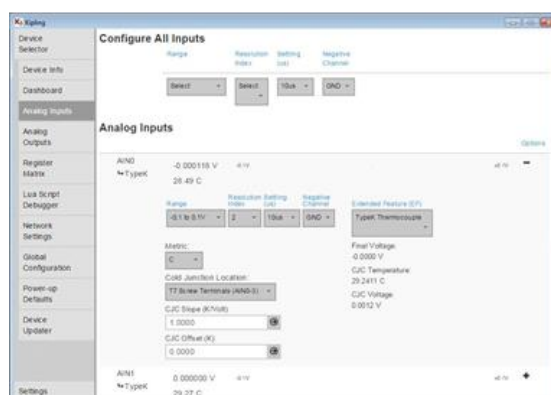
Data logger berfungsi untuk menerima data analog yang dibaca oleh *thermocouple*, dan menyimpan data analog tersebut ke komputer. *Data Logger* digunakan untuk mencatat data dalam jangka waktu yang dapat disesuaikan. Software yang digunakan dalam adalah *Labjack T-7*. *Data logger* menggunakan dua software yang digunakan untuk mengatur output data yang diinginkan, yakni software Kipling dan LJLogM. Berikut langkah – langkah penggunaan alat *thermocouple* :

1. Konfigurasi pada Software Kipling
 1. Sambungkan data logger ke CPU computer melalui kabel USB
 2. Buka software Kipling di komputer
 3. Setelah alat terbaca ,Pilih jenis koneksi dengan menggunakan USB agar program tersambung ke perangkat Labjack T-7 Pro



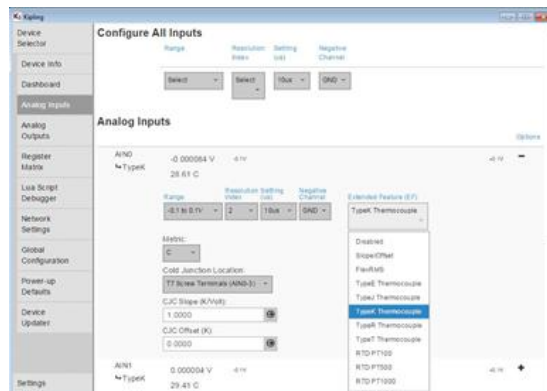
gambar 4. 9 menu awal dari software Kipling

4. klik menu Analog inputs di daftar menu yang ada di sebelah kiri
5. konfigurasi pada setiap thermocouple yang terpasang dengan memilih icon “+”.



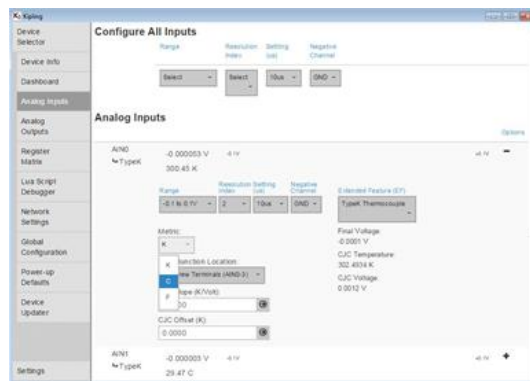
gambar 4. 10 menu pemilihan mode dari software Kipling

6. Pilih jenis *thermocouple* yang dipakai. Pada percobaan ini memakai *thermocouple* tipe K



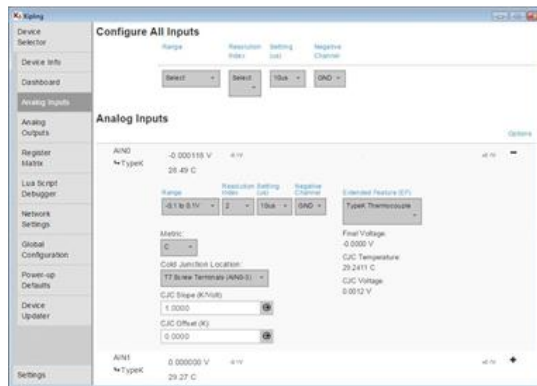
gambar 4. 11 menu pengaturan thermocouple dari software Kippling

7. Pilih satuan yang ingin digunakan dalam pembacaan temperatur pada kotak dialog “Metric”, dalam percobaan kali ini menggunakan satuan derajat celcius.



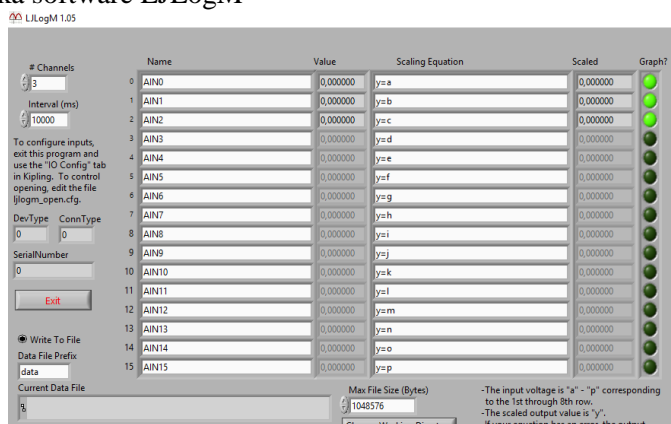
gambar 4. 12 menu pengaturan thermocouple dari software Kippling

8. Pilih jenis cold junction location tempat thermocouple dipasang. Pada percobaan ini, thermocouple dipasang pada junction tambahan jenis T7 Screw Terminals (AIN 0 – AIN 3)



gambar 4. 13 menu pengaturan thermocouple dari software Kipling

9. Ulangi langkah diatas sampai dengan seluruh AIN yang terpasang
2. Konfigurasi LJLogM
 1. Buka software LJLogM



gambar 4. 14 menu pengaturan thermocouple dari software LJLogM

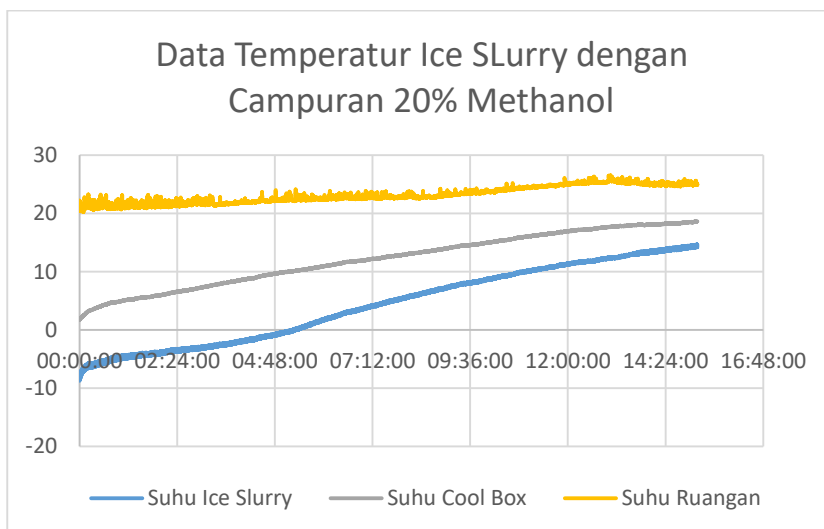
2. Pastikan tidak ada error pada kotak dialog “error message”. Jika terdapat error message coba ulangi langkah pada software kipling.
3. Ganti jumlah channel yang terdapat kolom “#channel” masukan sesuai *thermocouple* yang terpasang.
4. Tentukan interval pembacaan data pada kolom “*intervals (ms)*” .
5. klik icon lingkaran pada kolom “*Graph*” hingga menyala pada tiap ain yang terpasang.
6. Tambahkan kode `_EF_READ_A` pada setiap AIN agar software membaca data dalam satuan temperatur
7. Pilih direktori sebagai tempat untuk menyimpan *file* data yang akan dibuat
8. Lalu klik *write to file* , lalu program akan bekerja dan menyimpan data pada direktori yang telah ditentukan

4.4 Data Hasil Percobaan dan Analisa

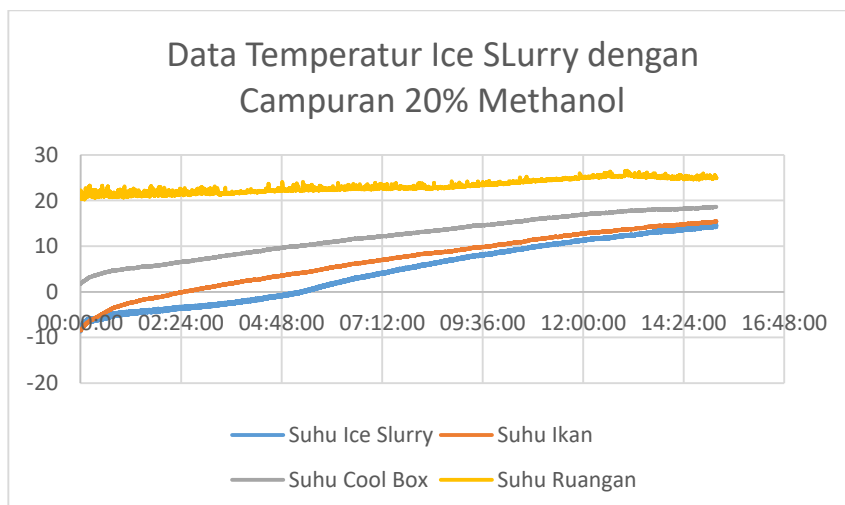
4.4.1 Pengukuran Kenaikan Suhu

A. Campuran Methanol

Pada percobaan ini pencampuran ice slurry yang dilakukan untuk digunakan adalah dengan perbandingan larutan sebesar, methanol 20% dan air sebesar 80%. Jadi dalam 1 liter ice slurry ini terdapat 200 ml methanol yang dicampur dengan 800 ml air. Berikut adalah grafik hasil pengukuran kenaikan suhu selama 10 jam pengujian.



gambar 4. 15 kenaikan temperature Slurry Ice Methanol tanpa ikan



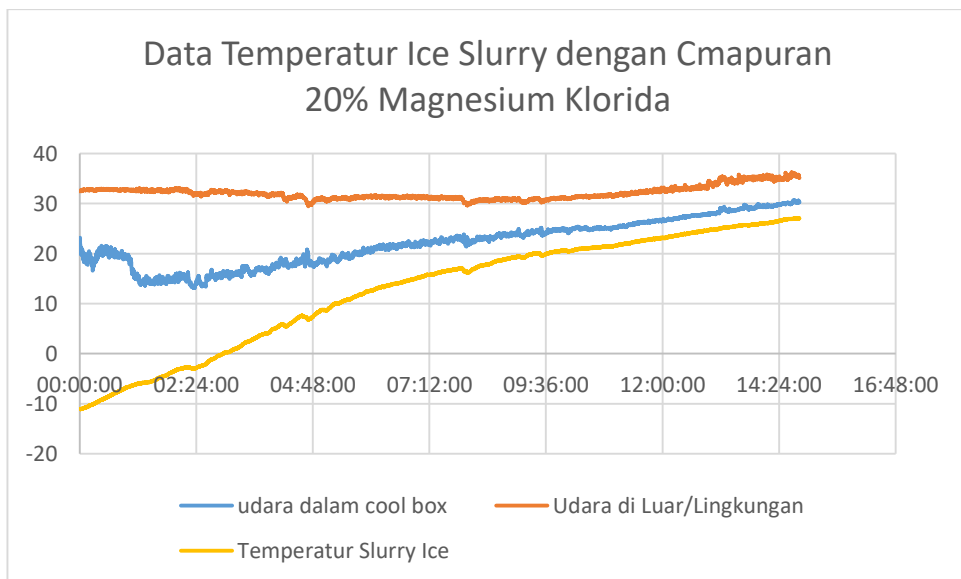
gambar 4. 16 kenaikan temperature Slurry Ice Methanol dengan Ikan

Gambar 4.15 dan gambar 4.16 menunjukkan hasil data yang direkam oleh data logger dalam percobaan dalam jangka 12 jam. Percobaan dimulai pada

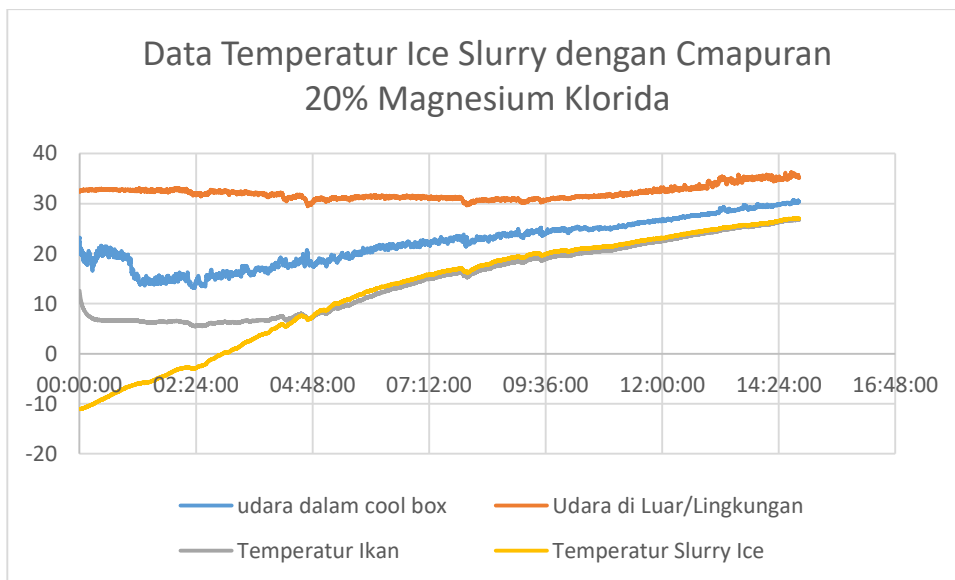
pukul 20.51 WIB dan diakhiri pada pukul 12.01 WIB. Temperature dari *Ice Slurry* yang menggunakan larutan 80% air dan 20 % Ethanol pada saat dimasukkan ke cooling box adalah $-8,71^{\circ}\text{C}$, sedangkan suhu ikan yang tercelup slurry ice yang menggunakan larutan 80% air dan 20 % Ethanol adalah $-8,52^{\circ}\text{C}$, lalu suhu ruangan di dalam coolbox adalah $1,71^{\circ}\text{C}$, untuk suhu ruangan luar cooling box adalah $22,03^{\circ}\text{C}$. Suhu dari ikan menyentuh temperature 0°C adalah pada saat pukul 23:20:15 WIB , jadi ikan memerlukan waktu 3 jam untuk menyentuh suhu 0°C . Sedangkan untuk suhu pada ice slurry yang menggunakan larutan 80% air dan 20 % Ethanol , temperature menyentuh 0°C pada pukul 02:10:05 WIB, jadi Slurry ice yang menggunakan larutan 80% air dan waktu 20 % Ethanol membutuhkan 6 jam

B. Campuran Magnesium Klorida

Pada percobaan ini pencampuran ice slurry yang dilakukan untuk digunakan adalah dengan perbandingan larutan sebesar, magnesium klorida 20% dan air sebesar 80%. Jadi dalam 1 liter ice slurry ini terdapat 200 ml magnesium klorida yang dicampur dengan 800 ml air. Berikut adalah grafik hasil pengukuran kenaikan suhu selama 10 jam pengujian.



gambar 4. 17 kenaikan temperature Slurry Ice Magnesium Klorida tanpa ikan

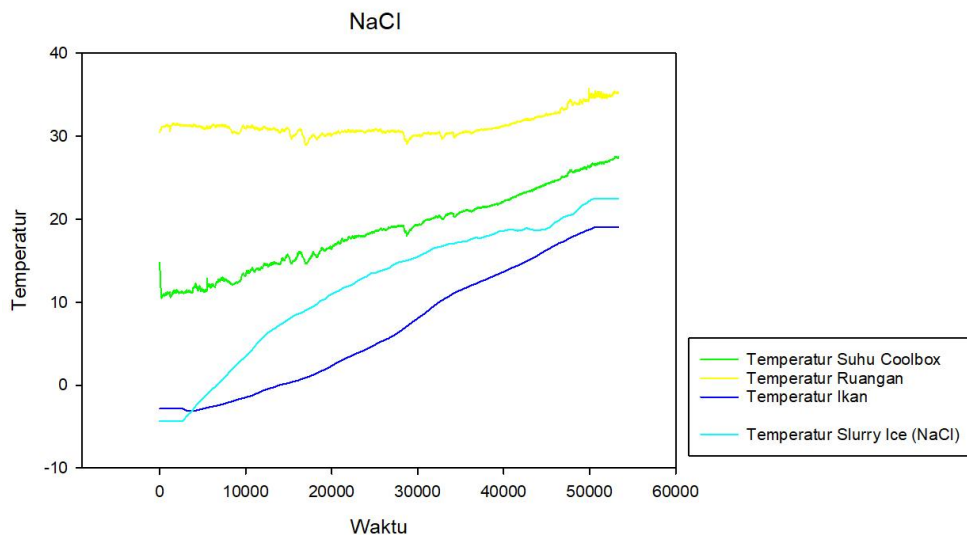


gambar 4. 18 kenaikan temperature Slurry Ice Magnesium Klorida dengan ikan

Gambar 4.17 dan gambar 4.18 menunjukkan hasil data yang direkam oleh data logger dalam percobaan dalam jangka 12 jam. Percobaan dimulai pada pukul 20.24 WIB dan diakhiri pada pukul 12.01 WIB. Temperatur dari *Ice Slurry* yang menggunakan larutan 80% air dan 20 % Magnesium Klorida. Pada saat dimasukkan ke cooling box adalah -11,05 °C, sedangkan suhu ikan yang tercelup slurry ice yang menggunakan larutan 80% air dan 20 % Ethanol adalah 12,59 °C, lalu suhu ruangan di dalam coolbox yang digunakan adalah 23,47 °C, dan suhu ruangan luar cooling box adalah 22,03°C.suhu dari ikan mulai menurun sampai menyentuh suhu terendah yaitu 5,75°C adalah pada saat pukul 23:18:15 WIB , jadi ikan memerlukan waktu 3 jam untuk menyentuh suhu terendah yaitu 5,75 °C. Sedangkan untuk suhu pada ice slurry yang menggunakan larutan 80% air dan 20 % Magnesium klorida , temperatur menyentuh 0 °C pada pukul 23:37:35 WIB, jadi Slurry ice yang menggunakan larutan 80% air dan waktu 20 % Magnesium Klorida membutuhkan 3 jam lebih 30 menit untuk mencapai temperature 0 °C.

C. Campuran Natrium Klorida

Pada percobaan ini pencampuran ice slurry yang dilakukan untuk digunakan adalah dengan perbandingan larutan sebesar, natrium klorida 20% dan air sebesar 80%. Jadi dalam 1 liter ice slurry ini terdapat 200 ml natrium klorida yang dicampur dengan 800 ml air. Berikut adalah grafik hasil pengukuran kenaikan suhu selama 10 jam pengujian.

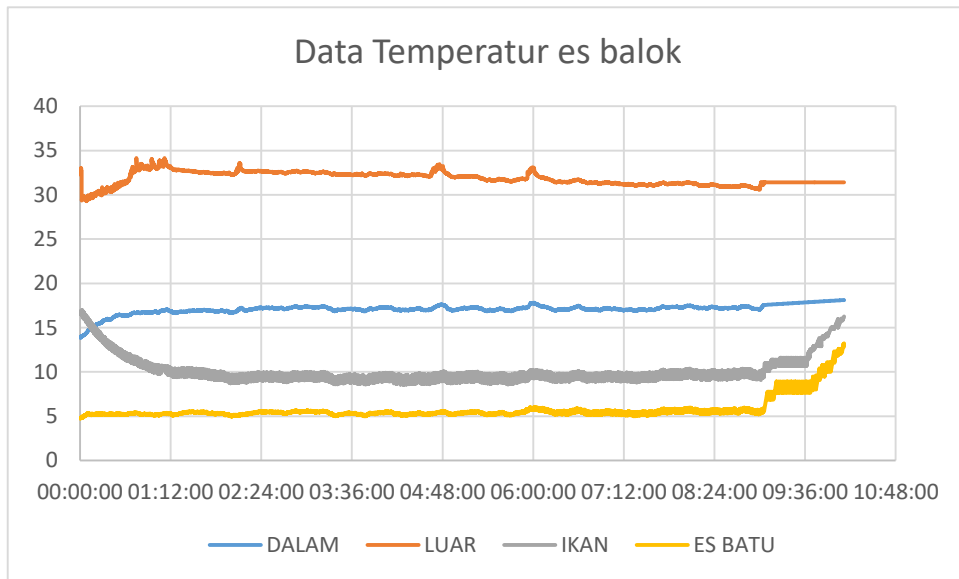


gambar 4. 19 kenaikan temperature Slurry Ice Natrium Klorida dengan Ikan

Pada umumnya pembuatan ice slurry pada kapal ikan menggunakan langsung air laut yang dibekukan. Air laut juga mempunyai kandungan natrium klorida, namun perbedaan dari yang dilakukan percobaannya adalah perbedaan kandungan natrium klorida larutan, untuk kandungan natrium klorida pada air laut adalah 3,5% , sedangkan larutan yang digunakan pada percobaan ini mengandung 20% natrium klorida.

Gambar 4.19 menunjukkan hasil data yang direkam oleh data logger dalam percobaan , dalam jangka 12 jam. Percobaan dimulai pada pukul 20.24 WIB dan diakhiri pada pukul 12.01 WIB. Temperatur dari *Ice Slurry* yang menggunakan larutan 80% air dan 20 % Natrium Klorida pada saat dimasukkan ke cooling box adalah $-9,14^{\circ}\text{C}$, sedangkan suhu ikan yang tercelup slurry ice yang menggunakan larutan 80% air dan 20 % Ethanol adalah $1,83^{\circ}\text{C}$, lalu suhu ruangan di dalam coolbox yang digunakan adalah $14,78^{\circ}\text{C}$, suhu dari ikan mulai menurun hingga mencapai suhu 0°C adalah pada saat pukul 20:45:25 WIB , lalu ikan memerlukan waktu 1 jam untuk menyentuh suhu terendah yaitu $-3,8^{\circ}\text{C}$. Sedangkan untuk suhu pada ice slurry yang menggunakan larutan 80% air dan 20 % Natrium klorida , temperatur menyentuh 0°C pada pukul 00:32:00 WIB, jadi Slurry ice yang menggunakan larutan 80% air dan waktu 20 % Natrium Klorida membutuhkan 4 jam lebih 8 menit untuk mencapai temperature 0°C .

D. Es Balok



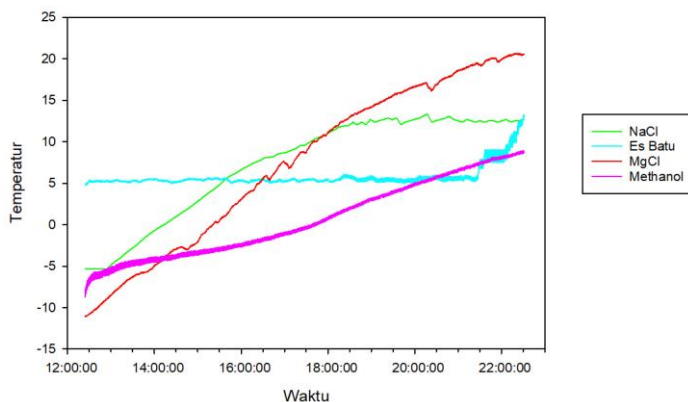
gambar 4. 20 kenaikan temperatur Es Balok dengan Ikan

Gambar 4.20 menunjukkan hasil data yang direkam oleh data logger dalam percobaan, dalam jangka 12 jam. Percobaan dimulai pada pukul 21.51 WIB dan diakhiri pada pukul 07.59 WIB. Temperatur dari es balok yang telah dihancurkan sebagai pendingin ikan pada saat dimasukkan ke cooling box adalah $4,73^{\circ}\text{C}$, sedangkan suhu ikan yang tercelup es balok adalah $16,59^{\circ}\text{C}$, lalu suhu ruangan di dalam coolbox yang digunakan adalah $13,89^{\circ}\text{C}$, suhu dari ikan mulai menurun hingga mencapai suhu $8,7^{\circ}\text{C}$ adalah pada saat pukul 02:48:45 WIB, Sedangkan untuk suhu pada es balok tidak pernah menurun hingga temperatur menyentuh 0°C , suhu terendah dari es balok adalah suhu pada saat es balok dimasukan yaitu $4,73^{\circ}\text{C}$.

4.5 Perbandingan Kenaikan Suhu

4.5.1 Pengukuran Kenaikan Suhu Tiap Pendingin

Perbandingan Temperatur Pendingin



gambar 4. 21 kenaikan temperatur Tiap Pendingin

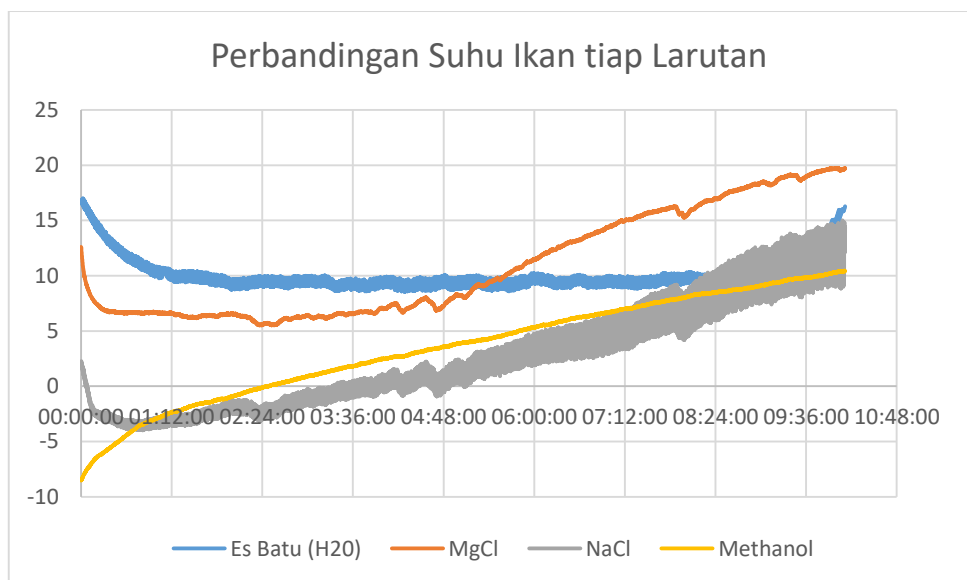
Grafik 4.7 adalah gabungan dari pengambilan data tiap-tiap larutan. Pengambilan data disamakan berdurasi 10 jam di tiap-tiap jenis pendingin. Pada pengambilan data ice slurry dengan campuran methanol, suhu awal dari ice slurry methanol adalah $-8,71^{\circ}\text{C}$, lalu ice slurry methanol mencapai suhu 0°C pada durasi 6 jam. Pada pengambilan data ice slurry dengan campuran magnesium klorida, suhu awal dari ice slurry tersebut adalah $-11,05^{\circ}\text{C}$, lalu ice slurry dengan campuran magnesium klorida mencapai suhu 0°C pada durasi 3 jam 30 menit. Pada pengambilan data ice slurry dengan campuran natrium klorida, suhu awal dari ice slurry dengan campuran natrium klorida adalah $-9,14^{\circ}\text{C}$, lalu ice slurry dengan campuran natrium klorida mencapai suhu 0°C pada durasi 4 jam lebih 8 menit. Pada pengambilan data es balok murni, suhu awal dari es balok murni adalah $4,73^{\circ}\text{C}$, suhu dari es balok murni tidak pernah mencapai 0°C . Suhu akhir pendingin es balok murni adalah sebesar $13,2^{\circ}\text{C}$, untuk pendingin methanol mempunyai suhu akhir sebesar $8,8^{\circ}\text{C}$. lalu pendingin ice slurry magnesium klorida mempunyai suhu akhir sebesar $20,53^{\circ}\text{C}$, dan pendingin ice slurry natrium klorida mempunyai suhu akhir sebesar $13,26^{\circ}\text{C}$.

Dari data yang telah di dapat, perbandingan antara keempat pendingin dapat disimpulkan bahwa larutan ice slurry dengan menggunakan campuran methanol mempunyai waktu yang paling lama untuk mencapai suhu 0°C . sedangkan larutan pendingin yang mengalami kenaikan suhu yang sangat signifikan di durasi waktu yang sama adalah larutan ice slurry dengan campuran magnesium klorida dengan kenaikan suhu sebesar $31,59^{\circ}\text{C}$, untuk larutan pendingin natrium klorida mengalami kenaikan suhu sebesar $22,40^{\circ}\text{C}$ pada jangka waktu yang sama, lalu untuk larutan ice slurry dengan campuran methanol mengalami kenaikan suhu sebesar $17,51^{\circ}\text{C}$, untuk data dari es balok mengalami kenaikan suhu sebesar $8,5^{\circ}\text{C}$ dengan jangka waktu yang sama. kenaikan suhu dari es balok kecil dapat dilihat dari data yang diperoleh oleh

data logger ,suhu dari es balok stabil pada awal percobaan dan mengalami kenaikan suhu yang signifikan hanya pada akhir dari percobaan.

Dari grafik 4.7, dapat diketahui bahwa ice slurry campuran magnesium klorida memiliki temperature awal yang sangat rendah tetapi tidak bertahan lama hanya selama 2 jam awal pencatatan data. Kekurangan dari larutan ice slurry tersebut memiliki kenaikan temperature yang signifikan melebihi es balok. Temperature awal ice slurry yang rendah tersebut dapat digunakan untuk menjadi pendingin awal ikan setelah ikan baru ditangkap, sebelum ikan dimasukkan ke dalam coolbox yang berisi dengan ice slurry yang memiliki kenaikan temperature yang lebih stabil.

4.5.2 Pengukuran Kenaikan Suhu Ikan di Tiap Pendingin



gambar 4. 22 kenaikan temperatur Ikan di Tiap Pendingin

Grafik 4.8 adalah gabungan dari pengambilan data tiap-tiap larutan. Pengambilan data disamakan berdurasi 10 jam di tiap-tiap jenis pendingin. Pada pengambilan data ice slurry dengan campuran methanol, suhu awal ikan di ice slurry methanol adalah $-8,52^{\circ}\text{C}$, Pada pengambilan data ice slurry dengan campuran magnesium klorida, suhu awal ikan di ice slurry tersebut adalah $12,59^{\circ}\text{C}$, Pada pengambilan data ice slurry dengan campuran natrium klorida, suhu awal ikan i ice slurry dengan campuran natrium klorida adalah $1,81^{\circ}\text{C}$, Pada pengambilan data es balok murni, suhu awal ikan di es balok murni adalah $16,59^{\circ}\text{C}$, pada es balok murni mengalami penurunan suhu hingga mencapai angka $8,7^{\circ}\text{C}$. Suhu akhir ikan di pendingin es balok murni adalah sebesar $16,27^{\circ}\text{C}$, untuk ikan di pendingin methanol mempunyai suhu akhir sebesar $10,42^{\circ}\text{C}$. lalu ikan di pendingin ice slurry magnesium klorida

mempunyai suhu 19,71 °C , dan ikan di pendingin ice slurry natrium klorida mempunyai suhu 14,26 °C.

Dari data yang telah di dapat, perbandingan antara keempat pendingin didapat kenaikan suhu ikan di tiap pendingin. Kenaikan suhu ikan pada pendingin dengan campuran magnesium klorida mempunyai kenaikan suhu sebesar 7,12 °C, sedangkan untuk larutan pendingin natrium klorida mengalami kenaikan suhu sebesar 12,40 °C pada jangka waktu yang sama, lalu untuk larutan ice slurry dengan campuran methanol mengalami kenaikan suhu sebesar 18,95 °C, untuk data dari es balok mengalami kenaikan suhu sebesar 7,57 °C dengan jangka waktu yang sama.

tabel 4. 1 kelayakan konsumsi ikan ditentukan dengan suhu penyimpanan

Temperatur Penyimpanan	Batas Tidak Layak Makan
16°C	1-2 Hari
11°C	3 Hari
5°C	5 Hari
0°C	14-15 Hari

Tabel 2 menunjukan batas kelayakan dari ikan dapat dikonsumsi dari temperature penyimpanannya. Dari tabel tersebut dapat diketahui kelayakan konsumsi dari ikan yang didinginkan dengan ice slurry methanol dapat bertahan selama 5 hari dengan data suhu akhir dari pendingin 8,8°C, lalu kelayakan konsumsi dari ikan yang didinginkan dengan ice slurry magnesium klorida dapat bertahan kurang dari 1-2 hari dikarenakan dengan suhu akhir dari pendingin adalah 20,53 °C, kelayakan konsumsi dari ikan yang didinginkan dengan ice slurry natrium klorida dapat bertahan kurang dari 3 hari dikarenakan dengan suhu akhir dari pendingin adalah 13,26 °C. lalu kelayakan konsumsi dari ikan yang didinginkan dengan es balok dapat bertahan kurang dari 3 hari dikarenakan dengan suhu akhir dari pendingin adalah 13,2 °C.

4.5.3 Uji Keracunan

Dikarenakan keterbatasan laboratirum yang dapat melakukan percobaan larutan yang dipilih , uji keracunan diambil data dari yang terdapat pada Material Safety Data Sheet (MSDS).

A. Methanol

Catalog Codes : SLM3064, SLM3952

- Dapat menyebabkan cacat lahir dan reproduksi yang merugikan efek (efek ayah dan ibu dan fetotoxicity) berdasarkan pada penelitian pada hewan.

B. Magnesium Klorida

Catalog Codes : SLM3697, SLM2926, SLM4306

- Bahan mengiritasi membran mukosa dan pernapasan bagian atas sistem.

C. Natrium Klorida

Catalog Codes : SLS3262, SLS1045, SLS3889, SLS1669, SLS3091

- Efek Kesehatan Potensi Akut: Kulit: Dapat menyebabkan iritasi kulit.
- Mata: Menyebabkan iritasi mata.
- Tertelan: Tertelan besarjumlah dapat mengiritasi lambung (seperti penggunaan tablet garam berlebihan) dengan mual dan muntah. Dapat mempengaruhi perilaku (otot spasticity / kontraksi, somnolen, organ indera, metabolisme, dan sistem kardiovaskular. Pemaparan lanjutan mungkin menghasilkan dehidrasi, kongesti organ internal, dan koma.
- Inhalasi: Bahan mengiritasi membran mukosa dan bagian atas saluran pernafasan.

4.6 Perhitungan Ekonomi

Perhitungan ekonomi dilakukan dengan menghitung biaya pembuatan ice slurry. Biaya yang dihitung adalah biaya perbandingan campuran air yang diasumsikan dapat diambil gratis dengan larutan methanol, magnesium klorida, dan natrium klorida dengan es balok murni. Berikut adalah harga dari es balok di pasaran.

▪ Es Balok

Harga es balok dengan ukuran yang sama seperti ice slurry yang telah dibuat ialah Rp. 6000,00

Pembuatan ice slurry perlu menggunakan cold storage, oleh karena itu biaya listrik dari pemakaian cold storage juga dimasukkan ke dalam perhitungan. Power input dari compressor pada suhu -20°C adalah sebesar 1,14 kW berdasarkan spesifikasi cold storage, jangka pemakaian cold storage seluruh ice slurry adalah 8 jam, kadi dapat dihitung kwh cold storage dengan perhitungan :

$$P = 1,14\text{kW}$$

$$P_{8\text{jam}} = 1,14\text{kW} \times 8\text{jam}$$

$$= 9,12 \text{ kWh}$$

Biaya listrik yang ditentukan oleh PLN adalah Rp 1.467.28., maka didapatkan biaya pemakaian cold storage selama 8 jam adalah :

$$\text{Rp} = 9,12 \text{ kWh} \times \text{Rp } 1.467.28$$

$$= \text{Rp } 13.379.28$$

Bitzer 2HC-1.2

BITZER Software v6.4.3 rev1353

02.06.2015 / All data subject to change.

2 / 4

Compressor Selection: Semi-hermetic Reciprocating Compressors

Input Values

Compressor model	(2HC-1.2V)	Suction gas temperature	20.00 °C
Mode	Refrigeration and Air conditioning	Operating mode	Auto
Refrigerant	R404A	Power supply	400V-3-50Hz
Reference temperature		Capacity Control	100%
Liq. subc. (in condenser)	Dew point temp. 0 K	Useful superheat	100%

Result

Q [W]	Cooling capacity	COP [-]	COPI/EER
Q* [W]	Cooling capacity *	COP* [-]	COPI/EER *
P [kW]	Power input	m [kg/h]	Mass flow
I [A]	Current	Op. th [°C]	Operating mode
Qc [W]	Condenser Capacity		Discharge gas temp. w/o cooling

to	to	-5°C	-10°C	-15°C	-20°C	-25°C	-30°C	-35°C	-40°C
30°C	Q [W]	4911	4038	3282	2629	2069	1589	1182	839
	Q* [W]	4911	4038	3282	2629	2069	1589	1182	839
	P [kW]	1.38	1.31	1.23	1.14	1.04	0.93	0.82	0.69
	I [A]	2.75	2.66	2.57	2.47	2.36	2.26	2.16	2.06
	Qc [W]	6296	5349	4511	3768	3108	2522	1999	1532
	COP [-]	3.55	3.08	2.67	2.31	1.99	1.71	1.45	1.21
	COP* [-]	3.55	3.08	2.67	2.31	1.99	1.71	1.45	1.21
	m [kg/h]	123.4	100.4	81.0	64.4	50.4	38.5	28.5	20.2
	Op.	Standard	Standard	Standard	Standard	Standard	Standard	Standard	Standard
	th [°C]	72.6	80.0	88.1	97.3	107.9	120.4	135.4	0

gambar 4. 23 Spesifikasi Compressor dari Cold Storage



PT PLN (Persero)

Jalan Trunojoyo Blok M 1/135 Kebayoran Baru – Jakarta 12160

Telepon : (021) 7261875, 7261122, 7262234

Facsimile : (021) 7221330

Website : www.pln.co.id

**PENETAPAN
PENYESUAIAN TARIF TENAGA LISTRIK (TARIFF ADJUSTMENT)**

BULAN APRIL - JUNI 2018

NO.	GOL. TARIF	BATAS DAYA	REGULER		PRA BAYAR (Rp/kWh)
			BIAYA BEBAN (Rp/kVA/bulan)	BIAYA PEMAKAIAN (Rp/kWh) DAN BIAYA kVA/h (Rp/kVA/h)	
1.	R-1/TR	1.300 VA	*)	1.467,28	1.467,28
2.	R-1/TR	2.200 VA	*)	1.467,28	1.467,28
3.	R-2/TR	3.500 VA	*)	1.467,28	1.467,28
4.	R-3/TR	6.600 VA	*)	1.467,28	1.467,28
5.	B-2/TR	6.600 VA s.d. 200 kVA	*)	1.467,28	1.467,28
6.	B-3/TM	di atas 200 kVA	**))	Blok WBP = K x 1.035,78 Blok LVBP = 1.035,78 kVA/h = 1.114,74 ****)	-
7.	I-3/TM	di atas 200 kVA	**))	Blok WBP = K x 1.035,78 Blok LVBP = 1.035,78 kVA/h = 1.114,74 ****)	-
8.	I-4/TT	30.000 kVA ke atas	***)	Blok WBP dan Blok LVBP = 996,74 kVA/h = 996,74 ****)	-
9.	P-1/TR	6.600 VA s.d. 200 kVA	*)	1.467,28	1.467,28
10.	P-2/TM	di atas 200 kVA	**))	Blok WBP = K x 1.035,78 Blok LVBP = 1.035,78 kVA/h = 1.114,74 ****)	-
11.	B-3/TR		*)	1.467,28	1.467,28
12.	L/TR, TM, TT		-	1.644,92	

gambar 4. 24 Tarif Tenaga Listrik PLN

berdasarkan biaya cold storage di atas kita dapat menghitung total biaya yang dibutuhkan untuk membuat ice slurry tiap larutan :

- Ice Slurry campuran Methanol
 Harga 1 kg Methanol ialah Rp 20.000,00 dengan harga listrik cold storage ialah Rp 13.379,28, maka biaya pembuatan ice slurry campuran Methanol ialah

$$\begin{aligned}
 \text{Rp} &= \text{Harga 1 kg Methanol} + \text{Harga Pembuatan Ice Slurry} \\
 &= \text{Rp } 20.000,00 + \text{Rp } 13.379,28 \\
 &= \text{Rp } 33.379,28
 \end{aligned}$$

- Ice Slurry campuran Magnesium Klorida
Harga 1 kg Magnesium Klorida adalah Rp30.000,00 dengan harga listrik cold storage ialah Rp 13.379.28, maka biaya pembuatan ice slurry campuran magnesium klorida adalah

$$\begin{aligned}\text{Rp Slurry} &= \text{Harga 1 kg magnesium klorida} + \text{Harga Pembuatan Ice} \\ &= \text{Rp } 30.000,00 + \text{Rp } 13.379.28 \\ &= \text{Rp } 43.379.28\end{aligned}$$

- Ice Slurry campuran Natrium Klorida
Harga 1 kg natrium klorida ialah Rp7.500,00 dengan harga listrik cold storage ialah Rp 13.379.28, maka biaya pembuatan ice slurry campuran Natrium Klorida adalah

$$\begin{aligned}\text{Rp} &= \text{Harga 1 kg Natrium Klorida} + \text{Harga Pembuatan Ice Slurry} \\ &= \text{Rp } 7.500,00 + \text{Rp } 13.379.28 \\ &= \text{Rp } 20.879.28\end{aligned}$$

Perhitungan di atas merupakan perhitungan setiap media pendingin dengan ukuran yang sama. Tetapi kemampuan tiap media pendingin untuk mempertahankan temperatur ikan berbeda-beda dengan yang lainnya. Perbedaan dapat terlihat pada Grafik 4.7 dan grafik 4.8. Dapat disimpulkan, untuk mempertahankan temperatur pada ikan sebesar 16°C, kuantitas yang dibutuhkan es batu akan lebih banyak dibandingkan dengan campuran ice slurry methanol dan campuran natrium klorida. Maka dari itu, harga di atas dapat menyesuaikan kebutuhan untuk mempertahankan temperature ikan selama jangka waktu yang dibutuhkan. Dengan bertambahnya jangka waktu yang dibutuhkan maka bertambah juga jumlah media pendingin. Karena hal tersebut, ruang muat untuk ikan akan berkurang .

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil data yang diperoleh dari campuran ice slurry dengan menggunakan larutan senyawa methanol, magnesium klorida adalah sebagai berikut :

1. Berdasarkan hasil data kenaikan temperatur dari tiap slurry ice dengan campuran Magnesium Klorida, Methanol ,Natrium Klorida beserta es balok, dapat disimpulkan bahwa pendingin yang paling baik adalah ice slurry dengan campuran methanol dengan temperature akhir pada 10 jam percobaan 8,8°C dan dapat menyimpan kesegaran ikan paling lama, lalu selanjutnya adalah larutan natrium klorida dengan temperatur akhir pada 10 jam percobaan 13,26°C .Ice slurry dengan senyawa magnesium klorida tidak cocok untuk menjadi campuran ice slurry dikarenakan nilai temperatur akhir dalam 11 jam percobaan adalah 20,53°C.
2. Penentuan keamanan konsumsi dari larutan Magnesium Klorida, Methanol , dan Natrium Klorida berdasarkan data yang terdapat di Material Safety Data Sheet. Konsumsi larutan dengan 100% kandungan Methanol, Magnesium Klorida, Natrium Klorida dapat menyebabkan efek berbahaya bagi manusia. Sebagai contoh mengonsumsi senyawa methanol secara oral dapat menyebabkan dapat menyebabkan cacat lahir dan reproduksi yang merugikan organ reproduksi manusia, sedangkan untuk larutan magnesium klorida 100% terinhalasi dapat menyebabkan mengiritasi membran mukosa dan pernapasan bagian atas sistem. Terakhir untuk larutan natrium klorida jika Tertelan dalam jumlah besar dapat mengiritasi lambung (seperti penggunaan tablet garam berlebihan) dengan mual dan muntah.
3. Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan, dalam pembuatan ice slurry dengan campuran senyawa Magnesium Klorida, Methanol ,Natrium Klorida dan es balok, dapat disimpulkan biaya pembuatan yang paling ekonomis adalah ice slurry dengan campuran senyawa natrium klorida dengan kisaran harga Rp 20.900, urutan kedua biaya pembuatan yang ekonomis adalah ice slurry dengan campuran senyawa methanol dengan kisaran harga Rp 33.400, dan terakhir pembuatan ice slurry dengan campuran senyawa magnesium klorida dengan kisaran harga Rp 43.400,

5.2 Saran

Berdasarkan dari analisis dan seluruh proses yang telah dilakukan penulis memberikan saran pada pihak-pihak terkait antara lain:

1. Melakukan percobaan dengan mengganti perbandingan campuran ice slurry senyawa larutan dengan air
2. Melakukan penelitian mengenai kandungan senyawa yang terdapat di dalam daging ikan yang telah didinginkan dalam jangka waktu yang ditentukan.
3. Melakukan percobaan memberi batasan agar ice slurry tidak berkontak langsung dengan daging ikan yang didinginkan.

4. Melakukan percobaan dengan mencampurkan 2 larutan atau lebih kedalam campuran ice slurry, dengan perbandingan air dan campuran senyawa yang sama.
5. Melakukan percobaan apabila magnesium klorida dijadikan sebagai pendingin awal ikan, sebelum dimasukkan ke ice slurry dengan campuran senyawa yang memiliki kenaikan temperature lebih stabil.
6. Melakukan perhitungan ekonomi dengan membandingkan keefektifan ice slurry, berdasarkan kebutuhan pendingin pada kapal ikan yang ada di lapangan dengan mempertahankan suhu yang sama.
7. Membutuhkan penelitian lebih lanjut tentang pengosumsiian kadar larutan yang digunakan pada percobaan.

DAFTAR PUSTAKA

- Arismunandar, W. d. (2002). *Penyegaran Udara*. Jakarta: PT. Pradnya Paramita.
- Ariyogagautama, D. (t.thn.). <https://www.wwf.or.id/?25083/Huhatei-alat-tangkap-dengan-segudang-umpan>. Diambil kembali dari [www.wwf.or.id: https://www.wwf.or.id/?25083/Huhatei-alat-tangkap-dengan-segudang-umpan](https://www.wwf.or.id/?25083/Huhatei-alat-tangkap-dengan-segudang-umpan)
- Bitzer. (t.thn.). Bitzer 2HC-1.2. Dalam Bitzer, *Bitzer 2HC-1.2* (hal. 2).
- Council, M. S. (t.thn.). Diambil kembali dari [www.msc.org: https://www.msc.org/what-we-are-doing/our-approach/fishing-methods-and-gear-types/purse-seine](https://www.msc.org/what-we-are-doing/our-approach/fishing-methods-and-gear-types/purse-seine)
- Council, M. S. (t.thn.). <https://www.msc.org/what-we-are-doing/our-approach/fishing-methods-and-gear-types/purse-seine>. Diambil kembali dari [www.msc.org: https://www.msc.org/what-we-are-doing/our-approach/fishing-methods-and-gear-types/purse-seine](https://www.msc.org/what-we-are-doing/our-approach/fishing-methods-and-gear-types/purse-seine)
- Daftar tarif dasar listrik PLN 2018 dan Cek Tagihan Listrik Online. (2017, October 1).
- Hartanto, B. (1982). *Teknik Mesin Pendingin*. Tegal: BKPI.
- Holman, J. (1986). *Heat Transfer*. New York.
- Iljas, S. (1971). *Teknik Refrigerasi Hasil-hasil Perikanan*. Lembaga Teknologi Perikanan.
- Paul, J. (2001-2). *Innovative Applications of Pumpable Ice Slurry*. IOR.
- Sheet, M. S. (2013). *Methyl Alcohol MSDS*. Houston: Sciencelab.com.
- Sheet, M. S. (2013). *Magnesium Chloride MSDS*. Houston: ScienceLab.
- Sheet, M. S. (2013). *Sodium Chloride MSDS*. Houston: ScienceLab.
- Stoecker, W. d. (1994). *Refrigerasi dan Pengkondisian Udara Edisi kedua*. Jakarta: PT. Erlangga.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BIODATA PENULIS



Penulis bernama Trisatya Wira Pradhaksa, Ayah dari penulis bernama Alm. Suhadiono Waskito dan Ibu dari penulis bernama Siti Afiah. Penulis merupakan putra nomor 3 dari 3 bersaudara. Lahir pada tanggal 17 Januari 1996, di Kota Surabaya, Jawa Timur. Penulis telah menyelesaikan jenjang pendidikan formal dasar di SD Kartika II-3 di Kota Palembang, jenjang menengah pertama di SMP Negeri 6 Kota Surabaya, jenjang menengah atas di SMA Negeri 2 Surabaya, dan melanjutkan pendidikan tinggi di Departemen Teknik Sistem Perkapalan Program Reguler, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya di bidang *Marine Fluid Machinery and System* (MMS). Penulis pernah melakukan *on the job training* di dua perusahaan yaitu PT. Daya Radar Utama Unit 1 Jakarta Utara dan PT. Krakatau Port and Service Cilegon, Banten. Selain aktivitas akademik, penulis berpengalaman dan aktif tergabung dalam beberapa aktivitas organisasi dan unit kegiatan mahasiswa. Penulis pernah bergabung dalam, Marine Icon 2015, Marine Icon 2016, dan 2017 HIMASISKAL ITS. Selain itu, penulis aktif dalam mengikuti kegiatan pengembangan *softskills* seperti Latihan Keterampilan Manajemen Mahasiswa Pra Tingkat Dasar, dan Pelatihan Karya Tulis Ilmiah pada tahun 2014 di Jurusan Teknik Sistem Perkapalan. Penulis dapat dihubungi melalui pradhaksawira@gmail.com